

P20624.P04

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant :M. ORIHASHI et al.

Serial No. :Not Yet Assigned

Filed :Concurrently Herewith

For :RADIO RECEPTION APPARATUS



**CLAIM OF PRIORITY**

Commissioner of Patents and Trademarks  
Washington, D.C. 20231

Sir:

Applicant hereby claims the right of priority granted pursuant to 35 U.S.C. 119 based upon Japanese Application No. 2000-042267, filed February 21, 2000. As required by 37 C.F.R. 1.55, a certified copy of the Japanese application is being submitted herewith.

Respectfully submitted,  
M. ORIHASHI et al.

*Leslie J. Papernan* Reg. No. 33,329  
Bruce H. Bernstein  
Reg. No. 29,027

February 14, 2001  
GREENBLUM & BERNSTEIN, P.L.C.  
1941 Roland Clarke Place  
Reston, VA 20191  
(703) 716-1191

日 本 国 特 許 庁  
PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日

Date of Application:

2000年 2月21日

出 願 番 号

Application Number:

特願2000-042267

出 願 人

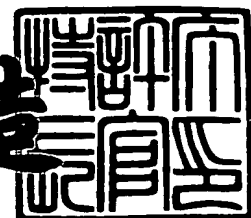
Applicant (s):

松下電器産業株式会社

2001年 1月26日

特許庁長官  
Commissioner,  
Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3000444

【書類名】 特許願

【整理番号】 2931010084

【提出日】 平成12年 2月21日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H04L 7/005

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市多摩区東三田3丁目10番1号 松下技  
研株式会社内

【氏名】 折橋 雅之

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市多摩区東三田3丁目10番1号 松下技  
研株式会社内

【氏名】 安倍 克明

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市多摩区東三田3丁目10番1号 松下技  
研株式会社内

【氏名】 ジョブ・クレオパ・ムスヤ

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市多摩区東三田3丁目10番1号 松下技  
研株式会社内

【氏名】 佐川 守一

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市港北区綱島東四丁目3番1号 松下通  
信工業株式会社内

【氏名】 米山 正義

【特許出願人】

【識別番号】 000005821

【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100097445

【弁理士】

【氏名又は名称】 岩橋 文雄

【選任した代理人】

【識別番号】 100103355

【弁理士】

【氏名又は名称】 坂口 智康

【選任した代理人】

【識別番号】 100109667

【弁理士】

【氏名又は名称】 内藤 浩樹

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011305

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9809938

【書類名】 明細書

【発明の名称】 デジタル受信機

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 デジタル通信に用いられる受信機であって、受信信号系列を記憶するシフトレジスタと、既知信号系列を記憶する既知信号記憶部と、演算系列長を与える演算長決定部と、前記既知信号記憶部から順次出力される既知信号系列のうち演算長決定部で与えられるシンボル数  $s$  と受信信号系列のうちシンボル間隔で間引きした  $s$  シンボルの信号系列との畳込積分を演算するコンボルバと、畳込積分した信号系列の 1 シンボル分の差分ベクトルを演算する差分演算部と、差分ベクトルを順次加算する加算部と、受信信号系列を 1 サンプル分ずつずらせて同様に加算差分ベクトルを求め、ずらせた時間と加算差分ベクトルとを関連づけて記憶するメモリと、メモリに記憶されたベクトルの中から特定条件を満足する箇所を検出する検出部とからなり、受信信号から目的の既知信号系列を検出するデジタル受信機。

【請求項 2】 デジタル通信に用いられる受信機であって、受信信号系列を記憶するシフトレジスタと、 $n$  個（ $n$  は 2 以上の自然数）の既知信号系列を記憶する既知信号記憶部と、既知信号系列を切り替える切り替え部と、演算系列長を与える演算長決定部と、前記既知信号記憶部から順次出力される既知信号系列のうち演算長決定部で与えられるシンボル数  $s$  と受信信号系列のうちシンボル間隔で間引きした  $s$  シンボルの信号系列との畳込積分を演算するコンボルバと、畳込積分した信号系列の 1 シンボル分の差分ベクトルを演算する差分演算部と、差分ベクトルを順次加算する加算部と、受信信号系列を 1 サンプル分ずつずらせて同様に加算差分ベクトルを求め、既知信号系列の種類と、ずらせた時間と、加算差分ベクトルとを関連づけて記憶するメモリと、メモリに記憶されたベクトルの中から特定条件を満足する箇所を検出する検出部とからなり、受信信号から目的の既知信号系列を検出するデジタル受信機。

【請求項 3】 デジタル通信に用いられる受信機であって、受信信号系列を記憶するシフトレジスタと、既知信号系列を記憶する既知信号記憶部と、前記既知信号記憶部から順次出力される既知信号系列のうち演算長制御部で与えられる

シンボル数  $s$  と受信信号系列のうちシンボル間隔で間引きした  $s$  シンボルの信号系列との畳込積分を演算するコンボルバと、畳込積分した信号系列の 1 シンボル分の差分ベクトルを演算する差分演算部と、差分ベクトルを順次加算する加算部と、受信信号系列を 1 サンプル分ずつずらせて同様に加算差分ベクトルを求め、ずらせた時間と加算差分ベクトルとを関連づけて記憶するメモリと、メモリに記憶されたベクトルの中から特定条件を満足する箇所を検出する検出部と、受信信号から受信状況を推定する受信状況推定部と、推定された受信状況から前記コンボルバの演算系列長を制御する演算長制御部とからなり、受信信号から目的の既知信号系列を検出するデジタル受信機。

【請求項 4】 デジタル通信に用いられる受信機であって、受信信号系列を記憶するシフトレジスタと、 $n$  個 ( $n$  は 2 以上の自然数) の既知信号系列を記憶する既知信号記憶部と、既知信号系列を切り替える切り替え部と、前記既知信号記憶部から順次出力される既知信号系列のうち演算長制御部で与えられるシンボル数  $s$  と受信信号系列のうちシンボル間隔で間引きした  $s$  シンボルの信号系列との畳込積分を演算するコンボルバと、畳込積分した信号系列の 1 シンボル分の差分ベクトルを演算する差分演算部と、差分ベクトルを順次加算する加算部と、受信信号系列を 1 サンプル分ずつずらせて同様に加算差分ベクトルを求め、既知信号系列の種類と、ずらせた時間と、加算差分ベクトルとを関連づけて記憶するメモリと、メモリに記憶されたベクトルの中から特定条件を満足する箇所を検出する検出部と、受信信号から受信状況を推定する受信状況推定部と、推定された受信状況から演算系列長を制御する演算長制御部とからなり、受信信号から目的の既知信号系列を検出するデジタル受信機。

【請求項 5】 デジタル通信に用いられる受信機であって、受信信号系列を記憶するシフトレジスタと、既知信号系列を記憶する既知信号記憶部と、演算系列長を与える演算長決定部と、前記既知信号記憶部から順次出力される既知信号系列のうち演算長決定部で与えられるシンボル数  $s$  と受信信号系列のうちシンボル間隔で間引きした  $s$  シンボルの信号系列との畳込積分を演算するコンボルバと、畳込積分した信号系列の 1 シンボル分の差分ベクトルを演算する差分演算部と、差分ベクトルを順次加算する加算部と、受信信号系列を 1 サンプル分ずつずら

せて同様に加算差分ベクトルを求め、ずらせた時間と加算差分ベクトルとを関連づけて記憶するメモリと、メモリに記憶されたベクトルの中から特定条件を満足する箇所を検出する検出部と、特定条件を満足したベクトルの角度から、周波数を推定する周波数推定部とからなり、受信信号から目的の既知信号系列を検出し、周波数ずれを推定するデジタル受信機。

【請求項 6】 デジタル通信に用いられる受信機であって、受信信号系列を記憶するシフトレジスタと、 $n$  個 ( $n$  は 2 以上の自然数) の既知信号系列を記憶する既知信号記憶部と、既知信号系列を切り替える切り替え部と、演算系列長を与える演算長決定部と、前記既知信号記憶部から順次出力される既知信号系列のうち演算長決定部で与えられるシンボル数  $s$  と受信信号系列のうちシンボル間隔で間引きした  $s$  シンボルの信号系列との畳込積分を演算するコンボルバと、畳込積分した信号系列の 1 シンボル分の差分ベクトルを演算する差分演算部と、差分ベクトルを順次加算する加算部と、受信信号系列を 1 サンプル分ずつずらせて同様に加算差分ベクトルを求め、既知信号系列の種類と、ずらせた時間と、加算差分ベクトルとを関連づけて記憶するメモリと、メモリに記憶されたベクトルの中から特定条件を満足する箇所を検出する検出部と、特定条件を満足したベクトルの角度から、周波数を推定する周波数推定部とからなり、受信信号から目的の既知信号系列を検出し、周波数ずれを推定するデジタル受信機。

【請求項 7】 デジタル通信に用いられる受信機であって、受信信号系列を記憶するシフトレジスタと、既知信号系列を記憶する既知信号記憶部と、前記既知信号記憶部から順次出力される既知信号系列のうち演算長制御部で与えられるシンボル数  $s$  と受信信号系列のうちシンボル間隔で間引きした  $s$  シンボルの信号系列との畳込積分を演算するコンボルバと、畳込積分した信号系列の 1 シンボル分の差分ベクトルを演算する差分演算部と、差分ベクトルを順次加算する加算部と、受信信号系列を 1 サンプル分ずつずらせて同様に加算差分ベクトルを求め、ずらせた時間と加算差分ベクトルとを関連づけて記憶するメモリと、メモリに記憶されたベクトルの中から特定条件を満足する箇所を検出する検出部と、特定条件を満足したベクトルの角度から、周波数を推定する周波数推定部と、前記周波数推定部の推定結果から、前記コンボルバの演算系列長の長さを決定する演算長

制御部とからなり、受信信号から目的の既知信号系列を検出し、周波数ずれを推定するデジタル受信機。

【請求項 8】 デジタル通信に用いられる受信機であって、受信信号系列を記憶するシフトレジスタと、 $n$  個（ $n$  は 2 以上の自然数）の既知信号系列を記憶する既知信号記憶部と、既知信号系列を切り替える切り替え部と、前記既知信号記憶部から順次出力される既知信号系列のうち演算長制御部で与えられるシンボル数  $s$  と受信信号系列のうちシンボル間隔で間引きした  $s$  シンボルの信号系列との畳込積分を演算するコンボルバと、畳込積分した信号系列の 1 シンボル分の差分ベクトルを演算する差分演算部と、差分ベクトルを順次加算する加算部と、受信信号系列を 1 サンプル分ずつずらせて同様に加算差分ベクトルを求め、既知信号系列の種類と、ずらせた時間と、加算差分ベクトルとを関連づけて記憶するメモリと、メモリに記憶されたベクトルの中から特定条件を満足する箇所を検出する検出部と、特定条件を満足したベクトルの角度から、周波数を推定する周波数推定部と、前記周波数推定部の推定結果から、前記コンボルバの演算系列長の長さを決定する演算制御部とからなり、受信信号から目的の既知信号系列を検出し、周波数ずれを推定するデジタル受信機。

【請求項 9】 デジタル通信に用いられる受信機であって、受信信号系列を記憶するシフトレジスタと、既知信号系列を記憶する既知信号記憶部と、演算系列長を与える演算長決定部と、前記既知信号記憶部から順次出力される既知信号系列のうち演算長決定部で与えられるシンボル数  $s$  と受信信号系列のうちシンボル間隔で間引きした  $s$  シンボルの信号系列との畳込積分を演算するコンボルバと、畳込積分した信号系列の 1 シンボル分の差分ベクトルを演算する差分演算部と、差分ベクトルを順次加算する加算部と、加算差分ベクトルの大きさを演算するパワー演算部と、受信信号系列を 1 サンプル分ずつずらせて同様に加算差分ベクトルパワーを求め、ずらせた時間と加算差分ベクトルパワーとを関連づけて記憶するメモリと、メモリに記憶されたベクトルパワーの中から特定条件を満足する箇所を検出する検出部とからなり、受信信号から目的の既知信号系列を検出するデジタル受信機。

【請求項 10】 デジタル通信に用いられる受信機であって、受信信号系列



を記憶するシフトレジスタと、 $n$  個 ( $n$  は 2 以上の自然数) の既知信号系列を記憶する既知信号記憶部と、既知信号系列を切り替える切り替え部と、演算系列長を与える演算長決定部と、前記既知信号記憶部から順次出力される既知信号系列のうち演算長決定部で与えられるシンボル数  $s$  と受信信号系列のうちシンボル間隔で間引きした  $s$  シンボルの信号系列との畳込積分を演算するコンボルバと、畳込積分した信号系列の 1 シンボル分の差分ベクトルを演算する差分演算部と、差分ベクトルを順次加算する加算部と、加算差分ベクトルの大きさを演算するパワー演算部と、受信信号系列を 1 サンプル分ずつずらせて同様に加算差分ベクトルを求め、既知信号系列の種類と、ずらせた時間と、加算差分ベクトルとを関連づけて記憶するメモリと、メモリに記憶されたベクトルの中から特定条件を満足する箇所を検出する検出部とからなり、受信信号から目的の既知信号系列を検出するデジタル受信機。

【請求項 1 1】 コンボルバの演算系列長が既知信号系列長より小さいことを特徴とする請求項 1、2、3、4、5、6、9、10 のいずれか記載のデジタル受信機。

【請求項 1 2】 検出回数に応じてコンボルバの演算系列長を変化させることを特徴とする請求項 1、2、5、6、9、10 のいずれか記載のデジタル受信機。

【請求項 1 3】 想定される受信状況に応じ、受信状態が悪ければ演算系列長を大きく、受信状態が良好であれば演算系列長を小さく設定することを特徴とする請求項 1、2、5、6、9、10 のいずれか記載のデジタル受信機。

【請求項 1 4】 メモリに記憶されたベクトルの中で、その大きさが最大となる 1 箇所を検出することを特徴とする請求項 1、2、3、4、5、6、7、8 のいずれか記載のデジタル受信機。

【請求項 1 5】 メモリに記憶されたベクトルの中で、その大きさが最大のものから  $m$  箇所 ( $m$  は 2 以上の自然数) を検出することを特徴とする請求項 1、2、3、4、5、6、7、8 のいずれか記載のデジタル受信機。

【請求項 1 6】 メモリに記憶されたベクトルの中で、その大きさが予め定めておいた閾値を超える箇所を検出することを特徴とする請求項 1、3、5、7 の

いずれか記載のデジタル受信機。

【請求項 1 7】 受信信号系列が 1 シンボル当たり 2 以上のサンプルが行われていることを特徴とする請求項 1、2、3、4、5、6、7、8、9、10 のいずれか記載のデジタル受信機。

【請求項 1 8】 第一の既知信号系列について加算差分ベクトルを求めた後、第二の既知信号系列の加算差分ベクトルを求め、以下同様に全部の既知信号系列について加算差分ベクトルを求めた後、メモリに記憶されたベクトルの中で、その大きさが最大となる箇所から、送信された既知信号系列の種類も併せて検出すること特徴とする請求項 2、4、6、8、10 記載のデジタル受信機。

【請求項 1 9】 演算長制御部が、推定される受信状況に応じ、演算系列長を制御することを特徴とする請求項 3、4 記載のデジタル受信機。

【請求項 2 0】 演算長制御部が、推定される受信状況と、検出回数に応じてコンボルバの演算系列長を変化させることを特徴とする請求項 3、4 記載のデジタル受信機。

【請求項 2 1】 メモリに記憶されたベクトルの中で、そのベクトル角度から周波数ずれも併せて検出することを特徴とする請求項 5、6、7、8 のいずれか記載のデジタル受信機。

【請求項 2 2】 演算長制御部が、周波数推定部の推定結果が目的の周波数に近づくにつれ演算系列長を大きくするよう制御することを特徴とする請求項 7、8 記載のデジタル受信機。

【請求項 2 3】 メモリに記憶されたベクトルパワーの中で、その大きさが最大となる 1 箇所を検出することを特徴とする請求項 9、10 記載のデジタル受信機。

【請求項 2 4】 メモリに記憶されたベクトルパワーの中で、その大きさが最大のものから m 箇所（m は 2 以上の自然数）を検出することを特徴とする請求項 9、10 記載のデジタル受信機。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明はデジタル通信に用いられるデジタル受信機に関するものである。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

デジタル通信において、送信機と受信機が時間同期をとることは非常に重要な技術である。一般に時間同期を行うために既知信号系列を用いることが多く、それとの相関値を用いた同期が行われる。特に、電源投入直後などの、周波数、時間ともはずれた状態での、同期は困難である一方、高感度で高精度な性能が要求される。このような周波数ずれにも対応した時間同期方法として、特開平 8 - 2 5 2 9 6 6 号公報に示された技術などが知られている。

【 0 0 0 3 】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、先に示した周波数ずれに対応した時間同期方法は、1 シンボルのベクトル差分を求める遅延検波と同一の原理を用いているため、感度は 3 d B 近く劣化しまう。そのため、従来の方式では受信信号の品質をあまり期待できないような長距離での通信や、出力電波の弱い通信システムでは、高い性能を期待することは困難である。

【 0 0 0 4 】

本発明は、周波数ずれに対応したベクトル差分法を用いながらも、その感度を大幅に向上し、受信信号が微弱な通信環境においても、安定した同期方式を得ることが出来るデジタル受信機を提供することを目的としている。

【 0 0 0 5 】

【課題を解決するための手段】

この問題を解決するために本発明では、差分ベクトルを演算する前にベクトルの加算処理を行っている。この加算処理により、信号成分はベクトル加算、誤差成分はパワー加算となるため、相対的に信号対ノイズ比 (CNR) が向上するといった有利な特徴が得られる。

【 0 0 0 6 】

【発明の実施の形態】

本発明の請求項 1 に記載の発明は、デジタル通信に用いられる受信機であっ

て、受信信号系列を記憶するシフトレジスタと、既知信号系列を記憶する既知信号記憶部と、演算系列長を与える演算長決定部と、前記既知信号記憶部から順次出力される既知信号系列のうち演算長決定部で与えられるシンボル数  $s$  と受信信号系列のうちシンボル間隔で間引きした  $s$  シンボルの信号系列との畳込積分を演算するコンボルバと、畳込積分した信号系列の 1 シンボル分の差分ベクトルを演算する差分演算部と、差分ベクトルを順次加算する加算部と、受信信号系列を 1 サンプル分ずつずらせて同様に加算差分ベクトルを求め、ずらせた時間と加算差分ベクトルとを関連づけて記憶するメモリと、メモリに記憶されたベクトルの中から特定条件を満足する箇所を検出する検出部とからなる、受信信号から目的の既知信号系列を検出するデジタル受信機としたものであり、信号対ノイズ比 (CNR) の劣悪な環境のもとで受信した受信信号系列から、安定した性能で、既知信号系列の受信時間の検出を可能にするといった作用を有している。

## 【0007】

本発明の請求項 2 に記載の発明は、デジタル通信に用いられる受信機であって、受信信号系列を記憶するシフトレジスタと、 $n$  個 ( $n$  は 2 以上の自然数) の既知信号系列を記憶する既知信号記憶部と、演算系列長を与える演算長決定部と、既知信号系列を切り替える切り替え部と、前記既知信号記憶部から順次出力される既知信号系列のうち演算長決定部で与えられるシンボル数  $s$  と受信信号系列のうちシンボル間隔で間引きした  $s$  シンボルの信号系列との畳込積分を演算するコンボルバと、畳込積分した信号系列の 1 シンボル分の差分ベクトルを演算する差分演算部と、差分ベクトルを順次加算する加算部と、受信信号系列を 1 サンプル分ずつずらせて同様に加算差分ベクトルを求め、既知信号系列の種類と、ずらせた時間と、加算差分ベクトルとを関連づけて記憶するメモリと、メモリに記憶されたベクトルの中から特定条件を満足する箇所を検出する検出部とからなる、受信信号から目的の既知信号系列を検出するデジタル受信機としたものであり、CNR の劣悪な環境のもとで受信した受信信号系列から、安定した性能で、複数の既知信号系列候補の中から送られた既知信号系列と受信時間の検出を可能にするといった作用を有している。

## 【0008】

本発明の請求項 3 に記載の発明は、ディジタル通信に用いられる受信機であって、受信信号系列を記憶するシフトレジスタと、既知信号系列を記憶する既知信号記憶部と、前記既知信号記憶部から順次出力される既知信号系列のうち演算長制御部で与えられるシンボル数  $s$  と受信信号系列のうちシンボル間隔で間引きした  $s$  シンボルの信号系列との畳込積分を演算するコンボルバと、畳込積分した信号系列の 1 シンボル分の差分ベクトルを演算する差分演算部と、差分ベクトルを順次加算する加算部と、受信信号系列を 1 サンプル分ずつずらせて同様に加算差分ベクトルを求め、ずらせた時間と加算差分ベクトルとを関連づけて記憶するメモリと、メモリに記憶されたベクトルの中から特定条件を満足する箇所を検出する検出部と、受信信号から受信状況を推定する受信状況推定部と、推定された受信状況から前記コンボルバの演算系列長を制御する演算長制御部とからなる、受信信号から目的の既知信号系列を検出するディジタル受信機としたものであり、推定した CNR から最適な演算系列長  $s$  を変化させながら、受信した受信系列から、CNR 環境に適応しながら適切に既知信号系列の受信時間の検出を可能にするといった作用を有している。

## 【 0 0 0 9 】

本発明の請求項 4 に記載の発明は、ディジタル通信に用いられる受信機であって、受信信号系列を記憶するシフトレジスタと、 $n$  個（ $n$  は 2 以上の自然数）の既知信号系列を記憶する既知信号記憶部と、既知信号系列を切り替える切り替え部と、前記既知信号記憶部から順次出力される既知信号系列のうち演算長制御部で与えられるシンボル数  $s$  と受信信号系列のうちシンボル間隔で間引きした  $s$  シンボルの信号系列との畳込積分を演算するコンボルバと、畳込積分した信号系列の 1 シンボル分の差分ベクトルを演算する差分演算部と、差分ベクトルを順次加算する加算部と、受信信号系列を 1 サンプル分ずつずらせて同様に加算差分ベクトルを求め、既知信号系列の種類と、ずらせた時間と、加算差分ベクトルとを関連づけて記憶するメモリと、メモリに記憶されたベクトルの中から特定条件を満足する箇所を検出する検出部と、受信信号から受信状況を推定する受信状況推定部と、推定された受信状況から演算系列長を制御する演算長制御部とからなる、受信信号から目的の既知信号系列を検出するディジタル受信機としたものであり

、推定したCNRから最適な演算系列長を変化させながら、受信した受信系列から、CNR環境に適応しながら、複数の既知信号系列候補の中から送られた既知信号系列と受信時間の検出を可能にするといった作用を有している。

【0010】

本発明の請求項5に記載の発明は、デジタル通信に用いられる受信機であって、受信信号系列を記憶するシフトレジスタと、既知信号系列を記憶する既知信号記憶部と、演算系列長を与える演算長決定部と、前記既知信号記憶部から順次出力される既知信号系列のうち演算長決定部で与えられるシンボル数 $s$ と受信信号系列のうちシンボル間隔で間引きした $s$ シンボルの信号系列との畳込積分を演算するコンボルバと、畳込積分した信号系列の1シンボル分の差分ベクトルを演算する差分演算部と、差分ベクトルを順次加算する加算部と、受信信号系列を1サンプル分ずつずらせて同様に加算差分ベクトルを求め、ずらせた時間と加算差分ベクトルとを関連づけて記憶するメモリと、メモリに記憶されたベクトルの中から特定条件を満足する箇所を検出する検出部と、特定条件を満足したベクトルの角度から、周波数を推定する周波数推定部とからなる、受信信号から目的の既知信号系列を検出し、周波数ずれを推定するデジタル受信機としたものであり、CNRの劣悪な環境のもとで受信した受信信号系列から、安定した性能で、既知信号系列の受信時間と周波数の検出を可能にするといった作用を有している。

【0011】

本発明の請求項6に記載の発明は、デジタル通信に用いられる受信機であって、受信信号系列を記憶するシフトレジスタと、既知信号系列を記憶する既知信号記憶部と、演算系列長を与える演算長決定部と、前記既知信号記憶部から順次出力される既知信号系列のうち演算長決定部で与えられるシンボル数 $s$ と受信信号系列のうちシンボル間隔で間引きした $s$ シンボルの信号系列との畳込積分を演算するコンボルバと、畳込積分した信号系列の1シンボル分の差分ベクトルを演算する差分演算部と、差分ベクトルを順次加算する加算部と、受信信号系列を1サンプル分ずつずらせて同様に加算差分ベクトルを求め、ずらせた時間と加算差分ベクトルとを関連づけて記憶するメモリと、メモリに記憶されたベクトルの中から特定条件を満足する箇所を検出する検出部と、特定条件を満足したベクトル

の角度から、周波数を推定する周波数推定部とからなる、受信信号から目的の既知信号系列を検出し、周波数ずれを推定するデジタル受信機としたものであり、CNRの劣悪な環境のもとで受信した受信信号系列から、安定した性能で、複数の既知信号系列候補の中から送られた既知信号系列と受信時間及び周波数の検出を可能にするといった作用を有している。

## 【 0 0 1 2 】

本発明の請求項 7 に記載の発明は、デジタル通信に用いられる受信機であって、受信信号系列を記憶するシフトレジスタと、既知信号系列を記憶する既知信号記憶部と、前記既知信号記憶部から順次出力される既知信号系列のうち演算長制御部で与えられるシンボル数  $s$  と受信信号系列のうちシンボル間隔で間引きした  $s$  シンボルの信号系列との畳込積分を演算するコンボルバと、畳込積分した信号系列の 1 シンボル分の差分ベクトルを演算する差分演算部と、差分ベクトルを順次加算する加算部と、受信信号系列を 1 サンプル分ずつずらせて同様に加算差分ベクトルを求め、ずらせた時間と加算差分ベクトルとを関連づけて記憶するメモリと、メモリに記憶されたベクトルの中から特定条件を満足する箇所を検出する検出部と、特定条件を満足したベクトルの角度から、周波数を推定する周波数推定部と、前記周波数推定部の推定結果から、前記コンボルバの演算系列長の長さを決定する演算長制御部とからなる、受信信号から目的の既知信号系列を検出し、周波数ずれを推定するデジタル受信機としたものであり、推定した周波数から最適な演算系列長を変化させながら、受信した受信系列から安定した性能で、既知信号系列の受信時間と周波数の検出を可能にするといった作用を有している。

## 【 0 0 1 3 】

本発明の請求項 8 に記載の発明は、デジタル通信に用いられる受信機であって、受信信号系列を記憶するシフトレジスタと、 $n$  個（ $n$  は 2 以上の自然数）の既知信号系列を記憶する既知信号記憶部と、既知信号系列を切り替える切り替え部と、前記既知信号記憶部から順次出力される既知信号系列のうち演算長制御部で与えられるシンボル数  $s$  と受信信号系列のうちシンボル間隔で間引きした  $s$  シンボルの信号系列との畳込積分を演算するコンボルバと、畳込積分した信号系列

の 1 シンボル分の差分ベクトルを演算する差分演算部と、差分ベクトルを順次加算する加算部と、受信信号系列を 1 サンプル分ずつずらせて同様に加算差分ベクトルを求め、既知信号系列の種類と、ずらせた時間と、加算差分ベクトルとを関連づけて記憶するメモリと、メモリに記憶されたベクトルの中から特定条件を満足する箇所を検出する検出部と、特定条件を満足したベクトルの角度から、周波数を推定する周波数推定部と、前記周波数推定部の推定結果から、前記コンボルバの演算系列長の長さを決定する演算制御部とからなる、受信信号から目的の既知信号系列を検出し、周波数ずれを推定するデジタル受信機としたものであり、推定した周波数から最適な演算系列長を変化させながら、受信した受信系列から安定した性能で、複数の既知信号系列候補の中から送られた既知信号系列と受信時間及び周波数の検出を可能にするといった作用を有している。

## 【 0 0 1 4 】

本発明の請求項 9 に記載の発明は、デジタル通信に用いられる受信機であって、受信信号系列を記憶するシフトレジスタと、既知信号系列を記憶する既知信号記憶部と、演算系列長を与える演算長決定部と、前記既知信号記憶部から順次出力される既知信号系列のうち演算長決定部で与えられるシンボル数  $s$  と受信信号系列のうちシンボル間隔で間引きした  $s$  シンボルの信号系列との畳込積分を演算するコンボルバと、畳込積分した信号系列の 1 シンボル分の差分ベクトルを演算する差分演算部と、差分ベクトルを順次加算する加算部と、加算差分ベクトルの大きさを演算するパワー演算部と、受信信号系列を 1 サンプル分ずつずらせて同様に加算差分ベクトルパワーを求め、ずらせた時間と加算差分ベクトルパワーとを関連づけて記憶するメモリと、メモリに記憶されたベクトルパワーの中から特定条件を満足する箇所を検出する検出部とからなる、受信信号から目的の既知信号系列を検出するデジタル受信機としたものであり、CNR の劣悪な環境のもとで受信した受信信号系列から、安定した性能で、既知信号系列の受信時間の検出を可能にするといった作用を有している。

## 【 0 0 1 5 】

本発明の請求項 1 0 に記載の発明は、デジタル通信に用いられる受信機であって、受信信号系列を記憶するシフトレジスタと、 $n$  個 ( $n$  は 2 以上の自然数)



の既知信号系列を記憶する既知信号記憶部と、既知信号系列を切り替える切り替え部と、演算系列長を与える演算長決定部と、前記既知信号記憶部から順次出力される既知信号系列のうち演算長決定部で与えられるシンボル数  $s$  と受信信号系列のうちシンボル間隔で間引きした  $s$  シンボルの信号系列との畳込積分を演算するコンボルバと、畳込積分した信号系列の 1 シンボル分の差分ベクトルを演算する差分演算部と、差分ベクトルを順次加算する加算部と、加算差分ベクトルの大きさを演算するパワー演算部と、受信信号系列を 1 サンプル分ずつずらせて同様に加算差分ベクトルを求め、既知信号系列の種類と、ずらせた時間と、加算差分ベクトルとを関連づけて記憶するメモリと、メモリに記憶されたベクトルの中から特定条件を満足する箇所を検出する検出部とからなる、受信信号から目的の既知信号系列を検出するデジタル受信機としたものであり、CNR の劣悪な環境のもとで受信した受信信号系列から、安定した性能で、複数の既知信号系列候補の中から送られた既知信号系列と受信時間の検出を可能にするといった作用を有している。

以下、本発明の実施の形態について図 1 から図 6 を用いて説明する。

#### 【0016】

##### （実施の形態 1）

図 1 を用いて第 1 の発明の実施の形態について説明する。

図 1 において、101 は受信部、102 はシフトレジスタ、103 は既知信号記憶部、104 はコンボルバ、105 は差分演算部、106 は加算部、107 はメモリ、108 は検出部、28 は演算長決定部、20 は復調信号、111 は受信信号、112 は既知信号、113 は短期相関信号、114 は相関差分信号、115 は加算差分信号、116 は相関信号、117 は検出信号、119 は演算系列長である。

#### 【0017】

以上のように構成されたデジタル受信機について、図 1 を用いてその動作について説明する。まず、送信機から送られてきた信号は受信部 101 により復調され、復調信号 110 が出力される。シフトレジスタ 102 は復調信号 110 を記憶し、推定範囲の先頭（時間  $t + 0$ ）から、演算長決定部 118 で与えられる

演算系列長 1 1 9 (s とする) s シンボル分を受信信号 1 1 1 へ出力する(ここでは演算系列長  $s = 4$  とする)。既知信号記憶部 1 0 3 は既知信号の先頭から s シンボル分(同上  $s = 4$ )を既知信号 1 1 2 へ出力する。コンボルバ 1 0 4 は、受信信号 1 1 1 と既知信号 1 1 2 との相関をとり、短期相関信号 1 1 3 を出力する。これを時間 ( $t + 0$ ) での短期相関信号とする。

次に、シフトレジスタ 1 0 2 は 1 シンボルずらせた時間 ( $t + 1$ ) シンボルからの 4 シンボル分を受信信号 1 1 1 へ出力する。既知信号記憶部 1 0 3 は 2 シンボル目から 4 シンボル分を既知信号 1 1 2 へ出力する。コンボルバ 1 0 4 は前述と同様に時間 ( $t + 1$ ) の短期相関信号 1 1 3 を出力する。このようにして短期相関信号 1 1 3 は時間 ( $t + 0$ ) から時間 ( $t + N - 4$ ) が計算される(N は既知信号系列の信号長)。計算された短期相関信号 1 1 3 は、順次、差分演算部 1 0 5 へ送られ、差分演算部 1 0 5 は短期相関信号 1 1 3 の 1 シンボル間の差分ベクトルを演算し相関差分信号 1 1 4 を出力する。このようにして相関差分信号 1 1 4 は既知信号 1 1 2 の 1 系列分が求められ、加算部 1 0 6 により加算され時間 ( $t + 0$ ) の加算差分信号 1 1 5 が出力される。

#### 【 0 0 1 8 】

同様に、 $t$  を  $t + 1$  に置き換えた時間 ( $t + 1$ ) の加算差分信号 1 1 5 を計算する。このように時間 ( $t + 0$ ) から時間 ( $t + M - 1$ ) までの加算差分信号 1 1 5 をメモリ 1 0 7 に記憶する。このとき、メモリ 1 0 7 へは格納場所と加算差分信号 1 1 5 に対応する時間情報を、たとえば、格納場所 = 時間情報となるような規則に従って記憶することで後述の検出部 1 0 8 から時間情報を取り出すことが容易になる。

#### 【 0 0 1 9 】

検出部 1 0 8 はメモリ 1 0 7 から出力される相関信号 1 1 6 のベクトル系列の大きさを順次計算し、そのうちで最大の大きさを持つ相関信号 1 1 6 を検索し、その大きさと記憶場所、及び、そのベクトル情報を求め、これら検出情報を検出信号 1 1 7 へ出力する。

#### 【 0 0 2 0 】

このとき、一般に、大きさは受信信号 1 0 1 と検索すべき既知信号 1 1 2 との

相関値を表しており、これが大きいほど確からしい情報であるといえる。次に、記憶場所は、前述の通り、時間情報に強い関連があるため、時間情報への変換は容易である。このときの時間情報は、検索すべき既知信号 1 1 2 が、その受信信号 1 0 1 の検出された時間にあることを示している。このため、たとえば、同期信号がバーストの特定の場所に挿入されているようなシステムにおいて、この同期信号を既知信号 1 1 2 とし、受信バースト信号を復調信号 1 1 0 とする事で、復調信号 1 1 0 内の同期信号を検出することが可能となり、ひいてはシステムとの同期を図ることができる。

#### 【 0 0 2 1 】

また、検出部 1 0 8 が、相関信号 1 1 6 の最大から  $m$  個のピーク位置とベクトルを検出することで、伝搬経路の違いによって発生するマルチパスといった状態を推定することも可能である。

#### 【 0 0 2 2 】

以上、図 1 を用いて第 1 の発明の実施の形態について説明した。本説明では演算長決定部 1 1 8 で与えられる演算系列長 1 1 9 ( $s$ ) が 4 の場合について説明を行ったが、演算系列長  $s$  は大きいほど、ノイズの平均化の効果が大きい。たとえば  $s = 4$  とすることで平均化による特性向上が見込めるため、同期などを行うときの受信環境条件が大幅に緩和され、特に劣悪な CNR の環境で大きな効果を期待できる。その反面、周波数ずれの影響で各シンボル毎に位相がずれてしまうため、演算系列長  $s$  を大きくすると周波数ずれなどの影響を受けやすくなるといった課題もある。このため、演算系列長  $s$  の大きさを既知信号系列長と同じ位に大きくすることは好ましくない場合もある。この演算系列長  $s$  の適正值はシンボルレートや、周波数精度、システム設計などの条件で左右されるが、一般に周波数精度はシンボルレートに対して十分高いため、 $s = 4 \sim 6$  までの範囲であれば問題が起こることは少ない。

#### 【 0 0 2 3 】

また、相関信号 1 1 6 のピーク位置から、その既知信号 1 1 2 の存在する時間を推定する方法について述べた。しかし、相関信号 1 1 6 は他に様々な特性を有しており、たとえば、複数のピークを検出することで、マルチパス環境の推定に

も用いることが可能であることは前述の通りである。

#### 【0024】

さらに、説明では1シンボル当たり1サンプルを例として取り上げたが、加算差分信号115の時間ステップを $1/4$ とする( $t+0$ ,  $t+1/4$ ,  $t+2/4$ ,  $t+3/4$ ,  $t+1$ ,  $t+5/4$ , ...)ことで、1シンボル当たり4サンプルについても実現可能である。当然、このステップをその他に変更する事でどのようなサンプルに対しても対応可能であることは明白である。

#### 【0025】

##### (実施の形態2)

図2を用いて第2の発明の実施の形態について説明する。

図2において、201は復調部、202はシフトレジスタ、203は既知信号系列記憶部、204は切り替え部、205はコンボルバ、206は差分演算部、207は加算部、208はメモリ、209は検出部、219は演算長決定部、210は復調信号、211は受信信号、212は既知信号、213は選択既知信号、214は短期相関信号、215は相関差分信号、216は加算差分信号、217は相関信号、218は検出信号、220は演算系列長である。

#### 【0026】

以上のように構成されたデジタル受信機について、図2を用いてその動作について説明する。まず、送信機から送られてきた信号は受信部201により復調され、復調信号210が出力される。シフトレジスタ202は復調信号210を記憶し、推定範囲の先頭(時間 $t+0$ )から、演算長決定部219で与えられる演算系列長220( $s$ とする) $s$ シンボル分を受信信号211へ出力する(ここでは演算系列長 $s=4$ とする)。切り替え部204は $n$ 種類ある既知信号記憶部203のうち1つを選択し、選択された既知信号の先頭から $s$ シンボル分(同上 $s=4$ )を選択既知信号213へ出力する。コンボルバ205は、受信信号211と選択既知信号213との相関をとり、短期相関信号214を出力する。これを時間( $t+0$ )での短期相関信号とする。

#### 【0027】

次に、シフトレジスタ202は1シンボルずらせた時間( $t+1$ )シンボルか

らの4シンボル分を受信信号211へ出力する。既知信号記憶部203は2シンボル目から4シンボル分を選択既知信号213へ出力する。コンボルバ205は前述と同様に時間( $t+1$ )の短期相関信号214を出力する。このようにして短期相関信号214は時間( $t+0$ )から時間( $t+N-4$ )が計算される( $N$ は既知信号系列の信号長)。計算された短期相関信号214は、順次、差分演算部206へ送られ、差分演算部206は短期相関信号214の1シンボル間の差分ベクトルを演算し相関差分信号215を出力する。このようにして相関差分信号215は選択既知信号213の1系列分が求められ、加算部207により加算され時間( $t+0$ )の加算差分信号216が出力される。

## 【0028】

同様にして、 $t$ を $t+1$ に置き換えた時間( $t+1$ )の加算差分信号216を計算する。このように時間( $t+0$ )から時間( $t+M-1$ )までの加算差分信号216をメモリ208に記憶する。

## 【0029】

第1の既知信号系列212の演算が終了したら、切り替え部204は第2の既知信号系列212を選択し、用意してある全ての(或いは一部の)既知信号系列212を演算し終えるまで、上述の操作を行う。

## 【0030】

このとき、メモリ208へは格納場所と既知信号系列の種類と加算差分信号216に対応する時間情報を、たとえば、格納場所=(既知信号系列情報、時間情報)となるような規則に従って記憶することで後述の検出部209から既知信号系列及び時間情報を取り出すことが容易になる。

## 【0031】

検出部209はメモリ208から出力される相関信号217のベクトル系列の大きさを順次計算し、そのうちで最大の大きさを持つ相関信号217を検索し、その大きさと記憶場所、対応する既知信号系列、及び、そのベクトル情報を求め、これらの検出情報を検出信号218に出力する。

## 【0032】

このとき、一般に、大きさは受信信号201と検索すべき既知信号212との

相関値を表しており、これが大きいほど確からしい情報であるといえる。次に、記憶場所は、前述の通り、時間情報に強い関連があるため、時間情報への変換は容易である。このときの時間情報は、検索すべき既知信号 2 1 2 が、その受信信号 2 0 1 の検出された時間にあることを示している。このため、たとえば、複数種類の同期信号がバーストの特定の場所に挿入されているようなシステムにおいて、この同期信号を既知信号 2 1 2 とし、受信バースト信号を復調信号 2 1 0 とする事で、復調信号 2 1 0 内の同期信号の種類と場所を検出することが可能となり、ひいてはシステムとの同期を図ることができる。

#### 【 0 0 3 3 】

また、検出部 2 0 9 が、相関信号 2 1 7 の最大から  $m$  個のピーク位置とベクトルを検出することで、伝搬経路の違いによって発生するマルチパスといった状態を推定することも可能である。

#### 【 0 0 3 4 】

以上、図 2 を用いて第 2 の発明の実施の形態について説明した。本説明では演算系列長 2 2 0 ( $s$ ) が 4 の場合について説明を行ったが、演算系列長  $s$  は大きいほど、ノイズの平均化の効果が大きい。たとえば  $s = 4$  とすることで平均化による特性向上が見込めるため、同期などを行うときの受信環境条件が大幅に緩和され、特に劣悪な CNR の環境で大きな効果を期待できる。その反面、周波数ずれの影響で各シンボル毎に位相がずれてしまうため、演算系列長  $s$  を大きくすると周波数ずれなどの影響を受けやすくなるといった課題もある。

#### 【 0 0 3 5 】

このため、演算系列長  $s$  の大きさを既知信号系列長と同じ位に大きくすることは好ましくない場合もある。この演算系列長  $s$  の適正值はシンボルレートや、周波数精度、システム設計などの条件で左右されるが、一般に周波数精度はシンボルレートに対して十分高いため、 $s = 4 \sim 6$  までの範囲であれば問題が起こることは少ない。

#### 【 0 0 3 6 】

また、相関信号 2 1 7 のピーク位置から、対応する既知信号 2 1 2 とその既知信号 2 1 2 の存在する時間を推定する方法について述べた。しかし、相関信号 2

17は他に様々な特性を有しており、たとえば、複数のピークを検出することで、マルチパス環境の推定にも用いることが可能であることは前述の通りである。

#### 【0037】

さらに、説明では1シンボル当たり1サンプルを例として取り上げたが、加算差分信号115の時間ステップを $1/4$ とする( $t+0$ ,  $t+1/4$ ,  $t+2/4$ ,  $t+3/4$ ,  $t+1$ ,  $t+5/4$ , ...)ことで、1シンボル当たり4サンプルについても実現可能である。当然、このステップをその他に変更する事でもどのようなサンプルに対しても対応可能であることは明白である。

#### 【0038】

##### (実施の形態3)

図3を用いて第3の発明の実施の形態について説明する。

図3において、301は受信部、302はシフトレジスタ、303は既知信号記憶部、304はコンボルバ、305は差分演算部、306は加算部、307はメモリ、308は検出部、309は周波数推定部、319は演算長決定部、310は復調信号、311は受信信号、312は既知信号、313は短期相関信号、314は相関差分信号、315は加算差分信号、316は相関信号、317は検出信号、318は推定周波数、320は演算系列長である。

#### 【0039】

以上のように構成されたデジタル受信機について、図3を用いてその動作について説明する。まず、送信機から送られてきた信号は受信部301により復調され、復調信号310が出力される。シフトレジスタ302は復調信号310を記憶し、推定範囲の先頭(時間 $t+0$ )から、演算長決定部319で与えられる演算系列長320( $s$ とする) $s$ シンボル分を受信信号311へ出力する(ここでは演算系列長 $s=4$ とする)。既知信号記憶部303は既知信号の先頭から $s$ シンボル分(同上 $s=4$ )を既知信号312へ出力する。コンボルバ304は、受信信号311と既知信号312との相関をとり、短期相関信号313を出力する。これを時間( $t+0$ )での短期相関信号とする。

#### 【0040】

次に、シフトレジスタ302は1シンボルずらせた時間( $t+1$ )シンボルか

らの4シンボル分を受信信号311へ出力する。既知信号記憶部303は2シンボル目から4シンボル分を既知信号312へ出力する。コンボルバ304は前述と同様に時間( $t+1$ )の短期相関信号313を出力する。このようにして短期相関信号313は時間( $t+0$ )から時間( $t+N-4$ )が計算される( $N$ は既知信号系列の信号長)。計算された短期相関信号313は、順次、差分演算部305へ送られ、差分演算部305は短期相関信号313の1シンボル間の差分ベクトルを演算し相関差分信号314を出力する。このようにして相関差分信号314は既知信号312の1系列分が求められ、加算部306により加算され時間( $t+0$ )の加算差分信号315が出力される。

## 【0041】

同様にして、 $t$ を $t+1$ に置き換えた時間( $t+1$ )の加算差分信号315を計算する。このように時間( $t+0$ )から時間( $t+M-1$ )までの加算差分信号315をメモリ307に記憶する。このとき、メモリ307へは格納場所と加算差分信号315に対応する時間情報を、たとえば、格納場所＝時間情報となるような規則に従って記憶することで後述の検出部308から時間情報を取り出すことが容易になる。

## 【0042】

検出部308はメモリ307から出力される相関信号316のベクトル系列の大きさを順次計算し、そのうちで最大の大きさを持つ相関信号316を検索し、その大きさと記憶場所、及び、そのベクトル情報を求め、これらの検出情報を検出信号317へ出力する。

## 【0043】

このとき、一般に、大きさは受信信号301と検索すべき既知信号312との相関値を表しており、これが大きいほど確からしい情報であるといえる。次に、記憶場所は、前述の通り、時間情報に強い関連があるため、時間情報への変換は容易である。このときの時間情報は、検索すべき既知信号312が、その受信信号301の検出された時間にあることを示している。このため、たとえば、同期信号がバーストの特定の場所に挿入されているようなシステムにおいて、この同期信号を既知信号312とし、受信バースト信号を復調信号310とする事で、



復調信号 3 1 0 内の同期信号を検出することが可能となり、ひいてはシステムとの同期を図ることができる。

## 【 0 0 4 4 】

また、検出部 3 0 8 が、相関信号 3 1 6 の最大から  $m$  個のピーク位置とベクトルを検出することで、伝搬経路の違いによって発生するマルチパスといった状態を推定することも可能である。

## 【 0 0 4 5 】

さらに、この相関信号 3 1 6 は受信信号 3 1 1 と既知信号 3 1 2 の畳込演算を行い、情報成分を除去し、その差分ベクトルを用いているため、そのベクトルの角度に周波数の成分が含まれている。周波数推定部 3 0 9 は検出部 3 0 8 から出力される検出信号 3 1 7 からその周波数成分を検出、推定周波数 3 1 8 を出力する。この推定周波数 3 1 8 は、一般に送信機と受信機との周波数ずれとして用いることが可能であり、たとえば推定周波数 3 1 8 を周波数制御の制御信号として用いることもできる。

## 【 0 0 4 6 】

以上、図 3 を用いて第 3 の発明の実施の形態について説明した。本説明では演算系列長 3 2 0 (  $s$  ) が 4 の場合について説明を行ったが、演算系列長  $s$  は大きいほど、ノイズの平均化の効果が大きい。たとえば  $s = 4$  とすることで平均化による特性向上が見込めるため、同期などを行うときの受信環境条件が大幅に緩和され、特に劣悪な CNR の環境で大きな効果を期待できる。その反面、周波数ずれの影響で各シンボル毎に位相がずれてしまうため、演算系列長  $s$  を大きくすると周波数ずれなどの影響を受けやすくなるといった課題もある。このため、演算系列長  $s$  の大きさを既知信号系列長と同じ位に大きくすることは好ましくない場合もある。この演算系列長  $s$  の適正值はシンボルレートや、周波数精度、システム設計などの条件で左右されるが、一般に周波数精度はシンボルレートに対して十分高いため、 $s = 4 \sim 6$  までの範囲であれば問題が起こることは少ない。

## 【 0 0 4 7 】

差分演算部 3 0 5 については、1 シンボル間の差分ベクトルを求める場合について説明をしたが、これを 2 シンボル間の差分ベクトルとすることで、周波数に

対する差分ベクトル 3 1 4 の変化量が倍になるため、CNR が十分で、かつ周波数精度を向上させたい場合には、演算のシンボル間隔を大きくするとよい。

## 【 0 0 4 8 】

また、相関信号 3 1 6 のピーク位置から、その既知信号 3 1 2 の存在する時間を推定する方法について述べた。しかし、相関信号 3 1 6 は他に様々な特性を有しており、たとえば、複数のピークを検出することで、マルチパス環境の推定にも用いることが可能であることは前述の通りである。

## 【 0 0 4 9 】

さらに、説明では 1 シンボル当たり 1 サンプルを例として取り上げたが、加算差分信号 3 1 5 の時間ステップを  $1/4$  とする ( $t+0$ ,  $t+1/4$ ,  $t+2/4$ ,  $t+3/4$ ,  $t+1$ ,  $t+5/4$ , ...) ことで、1 シンボル当たり 4 サンプルについても実現可能である。当然、このステップをその他に変更する事でもどのようなサンプルに対しても対応可能であることは明白である。

## 【 0 0 5 0 】

## (実施の形態 4)

図 4 を用いて第 4 の発明の実施の形態について説明する。

図 4 において、4 0 1 は復調部、4 0 2 はシフトレジスタ、4 0 3 は既知信号系列記憶部、4 0 4 は切り替え部、4 0 5 はコンボルバ、4 0 6 は差分演算部、4 0 7 は加算部、4 0 8 はメモリ、4 0 9 は検出部、4 1 0 は周波数推定部、4 1 1 は演算長決定部、4 2 0 は復調信号、4 2 1 は受信信号、4 2 2 は既知信号、4 2 3 は選択既知信号、4 2 4 は短期相関信号、4 2 5 は相関差分信号、4 2 6 は加算差分信号、4 2 7 は相関信号、4 2 8 は検出信号、4 2 9 は推定周波数、4 3 0 は演算系列長である。

## 【 0 0 5 1 】

以上のように構成されたデジタル受信機について、図 4 を用いてその動作について説明する。まず、送信機から送られてきた信号は受信部 4 0 1 により復調され、復調信号 4 2 0 が出力される。シフトレジスタ 4 0 2 は復調信号 4 2 0 を記憶し、推定範囲の先頭 (時間  $t+0$ ) から、演算長決定部 4 1 1 で与えられる演算系列長 4 3 0 ( $s$  とする)  $s$  シンボル分を受信信号 4 2 1 へ出力する (ここ

では演算系列長  $s = 4$  とする)。切り替え部 4 0 4 は  $n$  種類ある既知信号記憶部 4 0 3 のうち 1 つを選択し、選択された既知信号の先頭から  $s$  シンボル分 (同上  $s = 4$ ) を選択既知信号 4 2 3 へ出力する。コンボルバ 4 0 5 は、受信信号 4 2 1 と選択既知信号 4 2 3 との相関をとり、短期相関信号 4 2 4 を出力する。これを時間  $(t + 0)$  での短期相関信号とする。

## 【 0 0 5 2 】

次に、シフトレジスタ 4 0 2 は 1 シンボルずらせた時間  $(t + 1)$  シンボルからの 4 シンボル分を受信信号 4 2 1 へ出力する。既知信号記憶部 4 0 3 は 2 シンボル目から 4 シンボル分を選択既知信号 4 2 3 へ出力する。コンボルバ 4 0 5 は前述と同様に時間  $(t + 1)$  の短期相関信号 4 2 4 を出力する。

## 【 0 0 5 3 】

このようにして短期相関信号 4 2 4 は時間  $(t + 0)$  から時間  $(t + N - 4)$  が計算される ( $N$  は既知信号系列の信号長)。計算された短期相関信号 4 2 4 は、順次、差分演算部 4 0 6 へ送られ、差分演算部 4 0 6 は短期相関信号 4 2 4 の 1 シンボル間の差分ベクトルを演算し相関差分信号 4 2 5 を出力する。このようにして相関差分信号 4 2 5 は選択既知信号 4 2 3 の 1 系列分が求められ、加算部 4 0 7 により加算され時間  $(t + 0)$  の加算差分信号 4 2 6 が出力される。

## 【 0 0 5 4 】

同様にして、 $t$  を  $t + 1$  に置き換えた時間  $(t + 1)$  の加算差分信号 4 2 6 を計算する。このように時間  $(t + 0)$  から時間  $(t + M - 1)$  までの加算差分信号 4 2 6 をメモリ 4 0 8 に記憶する。

## 【 0 0 5 5 】

第 1 の既知信号系列 4 2 2 の演算が終了したら、切り替え部 4 0 4 は第 2 の既知信号系列 4 2 2 を選択し、用意してある全ての (或いは一部の) 既知信号系列 4 2 2 を演算し終えるまで、上述の操作を行う。

## 【 0 0 5 6 】

このとき、メモリ 4 0 8 へは格納場所と既知信号系列の種類と加算差分信号 4 2 6 に対応する時間情報を、たとえば、格納場所 = (既知信号系列情報、時間情報) となるような規則に従って記憶することで後述の検出部 4 0 9 から既知信号

系列及び時間情報を取り出すことが容易になる。

【0057】

検出部409はメモリ408から出力される相関信号427のベクトル系列の大きさを順次計算し、そのうちで最大の大きさを持つ相関信号427を検索し、その大きさと記憶場所、対応する既知信号系列、及び、そのベクトル情報を求め、これらの検出情報を検出信号428に出力する。

【0058】

このとき、一般に、大きさは受信信号401と検索すべき既知信号422との相関値を表しており、これが大きいほど確からしい情報であるといえる。次に、記憶場所は、前述の通り、時間情報に強い関連があるため、時間情報への変換は容易である。このときの時間情報は、検索すべき既知信号422が、その受信信号401の検出された時間にあることを示している。このため、たとえば、複数種類の同期信号がバーストの特定の場所に挿入されているようなシステムにおいて、この同期信号を既知信号422とし、受信バースト信号を復調信号420とする事で、復調信号420内の同期信号の種類と場所を検出することが可能となり、ひいてはシステムとの同期を図ることができる。

【0059】

また、検出部409が、相関信号427の最大からm個のピーク位置とベクトルを検出することで、伝搬経路の違いによって発生するマルチパスといった状態を推定することも可能である。

【0060】

さらに、この相関信号427は受信信号421と既知信号422の畳込演算を行い、情報成分を除去し、その差分ベクトルを用いているため、そのベクトルの角度に周波数の成分が含まれている。周波数推定部410は検出部409から出力される検出信号428からその周波数成分を検出、推定周波数429を出力する。この推定周波数429は、一般に送信機と受信機との周波数ずれとして用いることが可能であり、たとえば推定周波数429を周波数制御の制御信号として用いることもできる。

【0061】

以上、図4を用いて第4の発明の実施の形態について説明した。本説明では演算系列長430 ( $s$ ) が4の場合について説明を行ったが、演算系列長  $s$  は大きいほど、ノイズの平均化の効果が大きい。たとえば演算系列長  $s = 4$  とすることで平均化による特性向上が見込めるため、同期などを行うときの受信環境条件が大幅に緩和され、特に劣悪なCNRの環境で大きな効果を期待できる。その反面、周波数ずれの影響で各シンボル毎に位相がずれてしまうため、演算系列長  $s$  を大きくすると周波数ずれなどの影響を受けやすくなるといった課題もある。

## 【0062】

このため、演算系列長  $s$  の大きさを既知信号系列長と同じ位に大きくすることは好ましくない場合もある。この演算系列長  $s$  の適正值はシンボルレートや、周波数精度、システム設計などの条件で左右されるが、一般に周波数精度はシンボルレートに対して十分高いため、 $s = 4 \sim 6$  までの範囲であれば問題が起こることは少ない。

## 【0063】

差分演算部406については、1シンボル間の差分ベクトルを求める場合について説明をしたが、これを2シンボル間の差分ベクトルとすることで、周波数に対する差分ベクトル425の変化量が倍になるため、CNRが十分で、かつ周波数精度を向上させたい場合には、演算のシンボル間隔を大きくするとよい。

## 【0064】

また、相関信号427のピーク位置から、対応する既知信号422とその既知信号422の存在する時間を推定する方法について述べた。しかし、相関信号427は他に様々な特性を有しており、たとえば、複数のピークを検出することで、マルチパス環境の推定にも用いることが可能であることは前述の通りである。

## 【0065】

さらに、説明では1シンボル当たり1サンプルを例として取り上げたが、加算差分信号415の時間ステップを $1/4$ とする( $t+0$ ,  $t+1/4$ ,  $t+2/4$ ,  $t+3/4$ ,  $t+1$ ,  $t+5/4$ , ...) ことで、1シンボル当たり4サンプルについても実現可能である。当然、このステップをその他に変更する事でもどのようなサンプルに対しても対応可能であることは明白である。

## 【 0 0 6 6 】

## (実施の形態 5)

図 5 を用いて第 5 の発明の実施の形態について説明する。

図 5 において、5 0 1 は受信部、5 0 2 はシフトレジスタ、5 0 3 は既知信号記憶部、5 0 4 はコンボルバ、5 0 5 は差分演算部、5 0 6 は加算部、5 0 7 はパワー演算部、5 0 8 はメモリ、5 0 9 は検出部、5 1 9 は演算長決定部、5 1 0 は復調信号、5 1 1 は受信信号、5 1 2 は既知信号、5 1 3 は短期相関信号、5 1 4 は相関差分信号、5 1 5 は加算差分信号、5 1 6 はパワー信号、5 1 7 は相関信号、5 1 8 は検出信号、5 2 0 は演算系列長である。

## 【 0 0 6 7 】

以上のように構成されたディジタル受信機について、図 5 を用いてその動作について説明する。まず、送信機から送られてきた信号は受信部 5 0 1 により復調され、復調信号 5 1 0 が出力される。シフトレジスタ 5 0 2 は復調信号 5 1 0 を記憶し、推定範囲の先頭（時間  $t + 0$ ）から、演算長決定部 5 1 9 で与えられる演算系列長 5 2 0（ $s$  とする） $s$  シンボル分を受信信号 5 1 1 へ出力する（ここでは演算系列長  $s = 4$  とする）。既知信号記憶部 5 0 3 は既知信号の先頭から  $s$  シンボル分（同上  $s = 4$ ）を既知信号 5 1 2 へ出力する。コンボルバ 5 0 4 は、受信信号 5 1 1 と既知信号 5 1 2 との相関をとり、短期相関信号 5 1 3 を出力する。これを時間（ $t + 0$ ）での短期相関信号とする。

## 【 0 0 6 8 】

次に、シフトレジスタ 5 0 2 は 1 シンボルずらせた時間（ $t + 1$ ）シンボルからの 4 シンボル分を受信信号 5 1 1 へ出力する。既知信号記憶部 5 0 3 は 2 シンボル目から 4 シンボル分を既知信号 5 1 2 へ出力する。コンボルバ 5 0 4 は前述と同様に時間（ $t + 1$ ）の短期相関信号 5 1 3 を出力する。このようにして短期相関信号 5 1 3 は時間（ $t + 0$ ）から時間（ $t + N - 4$ ）が計算される（ $N$  は既知信号系列の信号長）。計算された短期相関信号 5 1 3 は、順次、差分演算部 5 0 5 へ送られ、差分演算部 5 0 5 は短期相関信号 5 1 3 の 1 シンボル間の差分ベクトルを演算し相関差分信号 5 1 4 を出力する。このようにして相関差分信号 5 1 4 は既知信号 5 1 2 の 1 系列分が求められ、加算部 5 0 6 により加算され時間

( $t + 0$ ) の加算差分信号 5 1 5 が出力される。

【0069】

同様にして、 $t$  を  $t + 1$  に置き換えた時間 ( $t + 1$ ) の加算差分信号 5 1 5 を計算する。このようにして時間 ( $t + 0$ ) から時間 ( $t + M - 1$ ) までの加算差分信号 5 1 5 が演算されると、パワー演算部 5 0 7 はそのベクトルパワー値を演算し、パワー信号 5 1 6 へ出力、このパワー信号 5 1 6 をメモリ 5 0 8 に記憶する。このとき、メモリ 5 0 8 へは格納場所とパワー信号 5 1 6 に対応する時間情報を、たとえば、格納場所＝時間情報となるような規則に従って記憶することで後述の検出部 5 0 9 から時間情報を取り出すことが容易になる。

【0070】

検出部 5 0 9 はメモリ 5 0 8 から出力される相関信号 5 1 7 のうちで最大の大きさの相関信号 5 1 7 を検索し、その大きさと記憶場所を求め、これら検出情報を検出信号 5 1 8 へ出力する。

【0071】

このとき、一般に、大きさは受信信号 5 0 1 と検索すべき既知信号 5 1 2 との相関値を表しており、これが大きいほど確からしい情報であるといえる。次に、記憶場所は、前述の通り、時間情報に強い関連があるため、時間情報への変換は容易である。このときの時間情報は、検索すべき既知信号 5 1 2 が、その受信信号 5 0 1 の検出された時間にあることを示している。このため、たとえば、同期信号がバーストの特定の場所に挿入されているようなシステムにおいて、この同期信号を既知信号 5 1 2 とし、受信バースト信号を復調信号 5 1 0 とする事で、復調信号 5 1 0 内の同期信号を検出することが可能となり、ひいてはシステムとの同期を図ることができる。

【0072】

また、検出部 5 0 9 が、相関信号 5 1 7 の最大から  $m$  個のピーク位置とベクトルを検出することで、伝搬経路の違いによって発生するマルチパスといった状態を推定することも可能である。

【0073】

以上、図 5 を用いて第 5 の発明の実施の形態について説明した。本説明では演

算系列長 5 2 0 ( $s$ ) が 4 の場合について説明を行ったが、演算系列長  $s$  は大きいほど、ノイズの平均化の効果が大きい。たとえば  $s = 4$  とすることで平均化による特性向上が見込めるため、同期などを行うときの受信環境条件が大幅に緩和され、特に劣悪な CNR の環境で大きな効果を期待できる。その反面、周波数ずれの影響で各シンボル毎に位相がずれてしまうため、演算系列長  $s$  を大きくすると周波数ずれなどの影響を受けやすくなるといった課題もある。

## 【 0 0 7 4 】

このため、演算系列長  $s$  の大きさを既知信号系列長と同じ位に大きくすることは好ましくない場合もある。この演算系列長  $s$  の適正值はシンボルレートや、周波数精度、システム設計などの条件で左右されるが、一般に周波数精度はシンボルレートに対して十分高いため、 $s = 4 \sim 6$  までの範囲であれば問題が起こることは少ない。

## 【 0 0 7 5 】

また、相関信号 5 1 7 のピーク位置から、その既知信号 5 1 2 の存在する時間を推定する方法について述べた。しかし、相関信号 5 1 7 は他に様々な特性を有しており、たとえば、複数のピークを検出することで、マルチパス環境の推定にも用いることが可能であることは前述の通りである。

## 【 0 0 7 6 】

第 5 の発明では、メモリ 5 0 8 に記憶する情報をベクトルのパワー値としているため、たとえばベクトル値が  $(x, y)$  のように 2 つの要素から成り立つ情報であれば、メモリ 5 0 8 に必要となる容量を  $1/2$  と削減できるといった特長がある。要素の数が多くなれば、その削減効果が上昇することはいうまでもない。

## 【 0 0 7 7 】

さらに、説明では 1 シンボル当たり 1 サンプルを例として取り上げたが、加算差分信号 1 1 5 の時間ステップを  $1/4$  とする ( $t + 0, t + 1/4, t + 2/4, t + 3/4, t + 1, t + 5/4, \dots$ ) ことで、1 シンボル当たり 4 サンプルについても実現可能である。当然、このステップをその他に変更する事どのようなサンプルに対しても対応可能であることは明白である。

## 【 0 0 7 8 】



## (実施の形態 6)

図 6 を用いて第 6 の発明の実施の形態について説明する。

## 【 0 0 7 9 】

図 6 において、6 0 1 は復調部、6 0 2 はシフトレジスタ、6 0 3 は既知信号系列記憶部、6 0 4 は切り替え部、6 0 5 はコンボルバ、6 0 6 は差分演算部、6 0 7 は加算部、6 0 8 はパワー演算部、6 0 9 はメモリ、6 1 0 は検出部、6 1 1 は演算長決定部、6 2 0 は復調信号、6 2 1 は受信信号、6 2 2 は既知信号、6 2 3 は選択既知信号、6 2 4 は短期相関信号、6 2 5 は相関差分信号、6 2 6 は加算差分信号、6 2 7 はパワー信号、6 2 8 は相関信号、6 2 9 は検出信号、6 3 0 は演算系列長である。

## 【 0 0 8 0 】

以上のように構成されたディジタル受信機について、図 6 を用いてその動作について説明する。まず、送信機から送られてきた信号は受信部 6 0 1 により復調され、復調信号 6 2 0 が出力される。シフトレジスタ 6 0 2 は復調信号 6 2 0 を記憶し、推定範囲の先頭（時間  $t + 0$ ）から、演算長決定部 6 1 1 で与えられる演算系列長 6 3 0（ $s$  とする） $s$  シンボル分を受信信号 6 2 1 へ出力する（ここでは演算系列長  $s = 4$  とする）。

## 【 0 0 8 1 】

切り替え部 6 0 4 は  $n$  種類ある既知信号記憶部 6 0 3 のうち 1 つを選択し、選択された既知信号の先頭から  $s$  シンボル分（同上  $s = 4$ ）を選択既知信号 6 2 3 へ出力する。コンボルバ 6 0 5 は、受信信号 6 2 1 と選択既知信号 6 2 3 との相関をとり、短期相関信号 6 2 4 を出力する。これを時間（ $t + 0$ ）での短期相関信号とする。

## 【 0 0 8 2 】

次に、シフトレジスタ 6 0 2 は 1 シンボルずらせた時間（ $t + 1$ ）シンボルからの 4 シンボル分を受信信号 6 2 1 へ出力する。既知信号記憶部 6 0 3 は 2 シンボル目から 4 シンボル分を選択既知信号 6 2 3 へ出力する。コンボルバ 6 0 5 は前述と同様に時間（ $t + 1$ ）の短期相関信号 6 2 4 を出力する。このようにして短期相関信号 6 2 4 は時間（ $t + 0$ ）から時間（ $t + N - 4$ ）が計算される（ $N$

は既知信号系列の信号長)。計算された短期相関信号 6 2 4 は、順次、差分演算部 6 0 6 へ送られ、差分演算部 6 0 6 は短期相関信号 6 2 4 の 1 シンボル間の差分ベクトルを演算し相関差分信号 6 2 5 を出力する。このようにして相関差分信号 6 2 5 は選択既知信号 6 2 3 の 1 系列分が求められ、加算部 6 0 7 により加算され時間 ( $t + 0$ ) の加算差分信号 6 2 6 が出力される。

#### 【0083】

同様にして、 $t$  を  $t + 1$  に置き換えた時間 ( $t + 1$ ) の加算差分信号 6 2 6 を計算する。このようにして時間 ( $t + 0$ ) から時間 ( $t + M - 1$ ) までの加算差分信号 6 2 6 が演算されると、パワー演算部 6 0 8 はそのベクトルパワー値を演算し、パワー信号 6 2 7 へ出力、このパワー信号 6 2 7 をメモリ 6 0 9 に記憶する。

#### 【0084】

第 1 の既知信号系列 6 2 2 の演算が終了したら、切り替え部 6 0 4 は第 2 の既知信号系列 6 2 2 を選択し、用意してある全ての (或いは一部の) 既知信号系列 6 2 2 を演算し終えるまで、上述の操作を行う。

#### 【0085】

このとき、メモリ 6 0 9 へは格納場所と既知信号系列の種類とパワー信号 6 2 7 に対応する時間情報を、たとえば、格納場所 = (既知信号系列情報、時間情報) となるような規則に従って記憶することで後述の検出部 6 1 0 から時間情報を取り出すことが容易になる。

#### 【0086】

検出部 6 1 0 はメモリ 6 0 9 から出力される相関信号 6 2 8 のうちで最大の大きさの相関信号 6 2 8 を検索し、その大きさと記憶場所、対応する既知信号系列を求め、これらの検出情報を検出信号 6 2 9 に出力する。

#### 【0087】

このとき、一般に、大きさは受信信号 6 0 1 と検索すべき既知信号 6 2 2 との相関値を表しており、これが大きいほど確からしい情報であるといえる。次に、記憶場所は、前述の通り、時間情報に強い関連があるため、時間情報への変換は容易である。このときの時間情報は、検索すべき既知信号 6 2 2 が、その受信信

号 6 0 1 の検出された時間にあることを示している。このため、たとえば、複数種類の同期信号がバーストの特定の場所に挿入されているようなシステムにおいて、この同期信号を既知信号 6 2 2 とし、受信バースト信号を復調信号 6 2 0 とする事で、復調信号 6 2 0 内の同期信号の種類と場所を検出することが可能となり、ひいてはシステムとの同期を図ることができる。

## 【 0 0 8 8 】

また、検出部 6 1 0 が、相関信号 6 2 8 の最大から  $m$  個のピーク位置とベクトルを検出することで、伝搬経路の違いによって発生するマルチパスといった状態を推定することも可能である。

## 【 0 0 8 9 】

以上、図 6 を用いて第 6 の発明の実施の形態について説明した。本説明では演算系列長 6 3 0 ( $s$ ) が 4 の場合について説明を行ったが、演算系列長  $s$  は大きいほど、ノイズの平均化の効果が大きい。たとえば演算系列長  $s = 4$  とすることで平均化による特性向上が見込めるため、同期などを行うときの受信環境条件が大幅に緩和され、特に劣悪な CNR の環境で大きな効果を期待できる。

## 【 0 0 9 0 】

その反面、周波数ずれの影響で各シンボル毎に位相がずれてしまうため、演算系列長  $s$  を大きくすると周波数ずれなどの影響を受けやすくなるといった課題もある。このため、演算系列長  $s$  の大きさを既知信号系列長と同じ位に大きくすることは好ましくない場合もある。この演算系列長  $s$  の適正值はシンボルレートや、周波数精度、システム設計などの条件で左右されるが、一般に周波数精度はシンボルレートに対して十分高いため、 $s = 4 \sim 6$  までの範囲であれば問題が起こることは少ない。

## 【 0 0 9 1 】

また、相関信号 6 2 8 のピーク位置から、対応する既知信号 6 2 2 とその既知信号 6 2 2 の存在する時間を推定する方法について述べた。しかし、相関信号 6 2 8 は他に様々な特性を有しており、たとえば、複数のピークを検出することで、マルチパス環境の推定にも用いることが可能であることは前述の通りである。

## 【 0 0 9 2 】

第6の発明では、メモリ609に記憶する情報をベクトルのパワー値としているため、たとえばベクトル値が $(x, y)$ のように2つの要素から成り立つ情報であれば、メモリ609に必要となる容量を $1/2$ と削減できるといった特長がある。要素の数が多くなれば、その削減効果が上昇することはいうまでもない。

#### 【0093】

さらに、説明では1シンボル当たり1サンプルを例として取り上げたが、加算差分信号115の時間ステップを $1/4$ とする( $t+0$ ,  $t+1/4$ ,  $t+2/4$ ,  $t+3/4$ ,  $t+1$ ,  $t+5/4$ , ...)ことで、1シンボル当たり4サンプルについても実現可能である。当然、このステップをその他に変更する事でのようなサンプルに対しても対応可能であることは明白である。

#### 【0094】

##### (実施の形態7)

図7を用いて第7の発明の実施の形態について説明する。

図7において、81は受信部、702はシフトレジスタ、703は既知信号記憶部、704はコンボルバ、705は差分演算部、706は加算部、707はメモリ、708は検出部、718は受信状況推定部、719は演算長制御部、710は復調信号、711は受信信号、712は既知信号、713は短期相関信号、714は相関差分信号、715は加算差分信号、716は相関信号、717は検出信号、720は推定受信状況、721は演算系列長である。

#### 【0095】

以上のように構成されたデジタル受信機について、図7を用いてその動作について説明する。まず、送信機から送られてきた信号は受信部701により復調され、復調信号710が出力される。受信状況推定部718は復調信号710からそのCNRを推定し推定受信状況720を出力する。演算長制御部719は、推定受信状況720の値に応じて、たとえばCNRが良好であれば演算系列長721( $s$ )を大きな値に、CNRが悪ければ $s$ を小さな値に制御する。

#### 【0096】

シフトレジスタ702は復調信号710を記憶し、推定範囲の先頭(時間 $t+0$ )から、演算長制御部719で与えられる演算系列長721( $s$ とする) $s$ シ

ンボル分を受信信号 7 1 1 へ出力する（ここでは演算系列長  $s = 4$  とする）。既知信号記憶部 7 0 3 は既知信号の先頭から  $s$  シンボル分（同上  $s = 4$ ）を既知信号 7 1 2 へ出力する。コンボルバ 7 0 4 は、受信信号 7 1 1 と既知信号 7 1 2 との相関をとり、短期相関信号 7 1 3 を出力する。これを時間  $(t + 0)$  での短期相関信号とする。

## 【 0 0 9 7 】

次に、シフトレジスタ 7 0 2 は 1 シンボルずらせた時間  $(t + 1)$  シンボルからの 4 シンボル分を受信信号 7 1 1 へ出力する。既知信号記憶部 7 0 3 は 2 シンボル目から 4 シンボル分を既知信号 7 1 2 へ出力する。コンボルバ 7 0 4 は前述と同様に時間  $(t + 1)$  の短期相関信号 7 1 3 を出力する。このようにして短期相関信号 7 1 3 は時間  $(t + 0)$  から時間  $(t + N - 4)$  が計算される（ $N$  は既知信号系列の信号長）。計算された短期相関信号 7 1 3 は、順次、差分演算部 7 0 5 へ送られ、差分演算部 7 0 5 は短期相関信号 7 1 3 の 1 シンボル間の差分ベクトルを演算し相関差分信号 7 1 4 を出力する。このようにして相関差分信号 7 1 4 は既知信号 7 1 2 の 1 系列分が求められ、加算部 7 0 6 により加算され時間  $(t + 0)$  の加算差分信号 7 1 5 が出力される。

## 【 0 0 9 8 】

同様にして、 $t$  を  $t + 1$  に置き換えた時間  $(t + 1)$  の加算差分信号 7 1 5 を計算する。このように時間  $(t + 0)$  から時間  $(t + M - 1)$  までの加算差分信号 7 1 5 をメモリ 7 0 7 に記憶する。このとき、メモリ 7 0 7 へは格納場所と加算差分信号 7 1 5 に対応する時間情報を、たとえば、格納場所＝時間情報となるような規則に従って記憶することで後述の検出部 7 0 8 から時間情報を取り出すことが容易になる。

## 【 0 0 9 9 】

検出部 7 0 8 はメモリ 7 0 7 から出力される相関信号 7 1 6 のベクトル系列の大きさを順次計算し、そのうちで最大の大きさを持つ相関信号 7 1 6 を検索し、その大きさと記憶場所、及び、そのベクトル情報を求め、これら検出情報を検出信号 7 1 7 へ出力する。

## 【 0 1 0 0 】

このとき、一般に、大きさは受信信号 7 0 1 と検索すべき既知信号 7 1 2 との相関値を表しており、これが大きいほど確からしい情報であるといえる。次に、記憶場所は、前述の通り、時間情報に強い関連があるため、時間情報への変換は容易である。このときの時間情報は、検索すべき既知信号 7 1 2 が、その受信信号 7 0 1 の検出された時間にあることを示している。このため、たとえば、同期信号がバーストの特定の場所に挿入されているようなシステムにおいて、この同期信号を既知信号 7 1 2 とし、受信バースト信号を復調信号 7 1 0 とする事で、復調信号 7 1 0 内の同期信号を検出することが可能となり、ひいてはシステムとの同期を図ることができる。

#### 【 0 1 0 1 】

また、検出部 7 0 8 が、相関信号 7 1 6 の最大から  $m$  個のピーク位置とベクトルを検出することで、伝搬経路の違いによって発生するマルチパスといった状態を推定することも可能である。

#### 【 0 1 0 2 】

以上、図 7 を用いて第 7 の発明の実施の形態について説明した。本説明では演算長制御部 7 1 9 で与えられる演算系列長 7 2 1 ( $s$ ) が 4 の場合について説明を行ったが、演算系列長  $s$  は演算長制御部 7 1 9 が制御する値であり、可変であることは前述の通りである。また、演算系列長  $s$  の制御については復調信号 7 1 0 の CNR を推定することを例として挙げたが、受信電力、受信品質 ( $E_b/N_o$  などのクオリティファクタ) でも可能であることはいうまでもない。演算系列長  $s$  の値は大きいほど、ノイズの平均化の効果が大きい。

#### 【 0 1 0 3 】

このため、受信状況推定部 7 1 8 の推定受信状況 7 2 0 が良好であれば演算系列長  $s$  の値を小さくすることで、演算も簡略化できることになる。また、周波数ずれがあると、その影響として各シンボル毎に位相がずれてしまい、演算系列長  $s$  を長くとした場合に誤差が生じてしまう。このため、演算系列長  $s$  の大きさを既知信号系列長と同じ位に大きくすることは好ましくない場合もある。この演算系列長  $s$  の適正值はシンボルレートや、周波数精度、システム設計などの条件で左右されるが、一般に周波数精度はシンボルレートに対して十分高いため、 $s =$

4～6までの範囲であれば問題が起こることは少ない。

#### 【0104】

また、相関信号716のピーク位置から、その既知信号712の存在する時間を推定する方法について述べた。しかし、相関信号716は他に様々な特性を有しており、たとえば、複数のピークを検出することで、マルチパス環境の推定にも用いることが可能であることは前述の通りである。

#### 【0105】

さらに、説明では1シンボル当たり1サンプルを例として取り上げたが、加算差分信号715の時間ステップを $1/4$ とする( $t+0$ ,  $t+1/4$ ,  $t+2/4$ ,  $t+3/4$ ,  $t+1$ ,  $t+5/4$ , ...)ことで、1シンボル当たり4サンプルについても実現可能である。当然、このステップをその他に変更する事でもどのようなサンプルに対しても対応可能であることは明白である。

#### 【0106】

##### (実施の形態8)

図8を用いて第8の発明の実施の形態について説明する。

図8において、801は復調部、802はシフトレジスタ、803は既知信号系列記憶部、804は切り替え部、805はコンボルバ、806は差分演算部、807は加算部、808はメモリ、809は検出部、819は受信状況推定部、820は演算長制御部、810は復調信号、811は受信信号、812は既知信号、813は選択既知信号、814は短期相関信号、815は相関差分信号、816は加算差分信号、817は相関信号、818は検出信号、821は推定受信状況、822は演算系列長である。

#### 【0107】

以上のように構成されたデジタル受信機について、図8を用いてその動作について説明する。まず、送信機から送られてきた信号は受信部801により復調され、復調信号810が出力される。受信状況推定部819は復調信号810からそのCNRを推定し推定受信状況821を出力する。演算長制御部820は、推定受信状況821の値に応じて、たとえばCNRが良好であれば演算系列長822(s)を大きな値に、CNRが悪ければsを小さな値に制御する。シフトレ

ジスタ 8 0 2 は復調信号 8 1 0 を記憶し、推定範囲の先頭（時間  $t + 0$ ）から、演算長制御部 8 2 0 で与えられる演算系列長 8 2 0（ $s$  とする） $s$  シンボル分を受信信号 8 1 1 へ出力する（ここでは演算系列長  $s = 4$  とする）。

## 【 0 1 0 8 】

切り替え部 8 0 4 は  $n$  種類ある既知信号記憶部 8 0 3 のうち 1 つを選択し、選択された既知信号の先頭から  $s$  シンボル分（同上  $s = 4$ ）を選択既知信号 8 1 3 へ出力する。コンボルバ 8 0 5 は、受信信号 8 1 1 と選択既知信号 8 1 3 との相関をとり、短期相関信号 8 1 4 を出力する。これを時間（ $t + 0$ ）での短期相関信号とする。

## 【 0 1 0 9 】

次に、シフトレジスタ 8 0 2 は 1 シンボルずらせた時間（ $t + 1$ ）シンボルからの 4 シンボル分を受信信号 8 1 1 へ出力する。既知信号記憶部 8 0 3 は 2 シンボル目から 4 シンボル分を選択既知信号 8 1 3 へ出力する。コンボルバ 8 0 5 は前述と同様に時間（ $t + 1$ ）の短期相関信号 8 1 4 を出力する。

## 【 0 1 1 0 】

このようにして短期相関信号 8 1 4 は時間（ $t + 0$ ）から時間（ $t + N - 4$ ）が計算される（ $N$  は既知信号系列の信号長）。計算された短期相関信号 8 1 4 は、順次、差分演算部 8 0 6 へ送られ、差分演算部 8 0 6 は短期相関信号 8 1 4 の 1 シンボル間の差分ベクトルを演算し相関差分信号 8 1 5 を出力する。このようにして相関差分信号 8 1 5 は選択既知信号 8 1 3 の 1 系列分が求められ、加算部 8 0 7 により加算され時間（ $t + 0$ ）の加算差分信号 8 1 6 が出力される。

## 【 0 1 1 1 】

同様に、 $t$  を  $t + 1$  に置き換えた時間（ $t + 1$ ）の加算差分信号 8 1 6 を計算する。このように時間（ $t + 0$ ）から時間（ $t + M - 1$ ）までの加算差分信号 8 1 6 をメモリ 8 0 8 に記憶する。

## 【 0 1 1 2 】

第 1 の既知信号系列 8 1 2 の演算が終了したら、切り替え部 8 0 4 は第 2 の既知信号系列 8 1 2 を選択し、用意してある全ての（或いは一部の）既知信号系列 8 1 2 を演算し終えるまで、上述の操作を行う。



## 【 0 1 1 3 】

このとき、メモリ 8 0 8 へは格納場所と既知信号系列の種類と加算差分信号 8 1 6 に対応する時間情報を、たとえば、格納場所＝（既知信号系列情報、時間情報）となるような規則に従って記憶することで後述の検出部 8 0 9 から既知信号系列及び時間情報を取り出すことが容易になる。

## 【 0 1 1 4 】

検出部 8 0 9 はメモリ 8 0 8 から出力される相関信号 8 1 7 のベクトル系列の大きさを順次計算し、そのうちで最大の大きさを持つ相関信号 8 1 7 を検索し、その大きさと記憶場所、対応する既知信号系列、及び、そのベクトル情報を求め、これらの検出情報を検出信号 8 1 8 に出力する。

## 【 0 1 1 5 】

このとき、一般に、大きさは受信信号 8 0 1 と検索すべき既知信号 8 1 2 との相関値を表しており、これが大きいほど確からしい情報であるといえる。次に、記憶場所は、前述の通り、時間情報に強い関連があるため、時間情報への変換は容易である。このときの時間情報は、検索すべき既知信号 8 1 2 が、その受信信号 8 0 1 の検出された時間にあることを示している。このため、たとえば、複数種類の同期信号がバーストの特定の場所に挿入されているようなシステムにおいて、この同期信号を既知信号 8 1 2 とし、受信バースト信号を復調信号 8 1 0 とする事で、復調信号 8 1 0 内の同期信号の種類と場所を検出することが可能となり、ひいてはシステムとの同期を図ることができる。

## 【 0 1 1 6 】

また、検出部 8 0 9 が、相関信号 8 1 7 の最大から  $m$  個のピーク位置とベクトルを検出することで、伝搬経路の違いによって発生するマルチパスといった状態を推定することも可能である。

## 【 0 1 1 7 】

以上、図 8 を用いて第 8 の発明の実施の形態について説明した。本説明では演算長制御部 8 2 0 で与えられる演算系列長 8 2 2 (  $s$  ) が 4 の場合について説明を行ったが、演算系列長  $s$  は演算長制御部 8 2 0 が制御する値であり、可変であることは前述の通りである。また、演算系列長  $s$  の制御については復調信号 8 1

0 の CNR を推定することを例として挙げたが、受信電力、受信品質 ( $E_b/N_o$  などのクオリティファクタ) でも可能であることはいうまでもない。演算系列長  $s$  の値は大きいほど、ノイズの平均化の効果が大きい。このため、受信状況推定部 819 の推定受信状況 821 が良好であれば演算系列長  $s$  の値を小さくすることで、演算も簡略化できることになる。たとえば演算系列長  $s = 4$  とすることで平均化による特性向上が見込めるため、同期などを行うときの受信環境条件が大幅に緩和され、特に劣悪な CNR の環境で大きな効果を期待できる。

## 【0118】

また、周波数ずれがあると、その影響として各シンボル毎に位相がずれてしまい、演算系列長  $s$  を長くとした場合に誤差が生じてしまう。このため、演算系列長  $s$  の大きさを既知信号系列長と同じ位に大きくすることは好ましくない場合もある。この演算系列長  $s$  の適正值はシンボルレートや、周波数精度、システム設計などの条件で左右されるが、一般に周波数精度はシンボルレートに対して十分高いため、 $s = 4 \sim 6$  までの範囲であれば問題が起こることは少ない。

## 【0119】

また、相関信号 817 のピーク位置から、対応する既知信号 812 とその既知信号 812 の存在する時間を推定する方法について述べた。しかし、相関信号 817 は他に様々な特性を有しており、たとえば、複数のピークを検出することで、マルチパス環境の推定にも用いることが可能であることは前述の通りである。

## 【0120】

さらに、説明では 1 シンボル当たり 1 サンプルを例として取り上げたが、加算差分信号 115 の時間ステップを  $1/4$  とする ( $t+0$ ,  $t+1/4$ ,  $t+2/4$ ,  $t+3/4$ ,  $t+1$ ,  $t+5/4$ , ...) ことで、1 シンボル当たり 4 サンプルについても実現可能である。当然、このステップをその他に変更する事でのようなサンプルに対しても対応可能であることは明白である。

## 【0121】

## (実施の形態 9)

図 9 を用いて第 9 の発明の実施の形態について説明する。

図 9 において、901 は受信部、902 はシフトレジスタ、903 は既知信号記

憶部、904はコンボルバ、905は差分演算部、906は加算部、907はメモリ、908は検出部、909は周波数推定部、919は演算長制御部、910は復調信号、911は受信信号、912は既知信号、913は短期相関信号、914は相関差分信号、915は加算差分信号、916は相関信号、917は検出信号、918は推定周波数、920は演算系列長である。

#### 【0122】

以上のように構成されたデジタル受信機について、図9を用いてその動作について説明する。まず、送信機から送られてきた信号は受信部901により復調され、復調信号910が出力される。演算長制御部919は、推定周波数918の値に応じて、たとえば推定周波数918が目標周波数に近ければ演算系列長920(s)を大きな値に、目標周波数から誤差が大きければsを小さな値に制御する。

#### 【0123】

シフトレジスタ902は復調信号910を記憶し、推定範囲の先頭(時間 $t+0$ )から、演算長制御部919で与えられる演算系列長920(sとする)sシンボル分を受信信号911へ出力する(ここでは演算系列長 $s=4$ とする)。既知信号記憶部903は既知信号の先頭からsシンボル分(同上 $s=4$ )を既知信号912へ出力する。コンボルバ904は、受信信号911と既知信号912との相関をとり、短期相関信号913を出力する。これを時間( $t+0$ )での短期相関信号とする。

#### 【0124】

次に、シフトレジスタ902は1シンボルずらせた時間( $t+1$ )シンボルからの4シンボル分を受信信号911へ出力する。既知信号記憶部903は2シンボル目から4シンボル分を既知信号912へ出力する。コンボルバ904は前述と同様に時間( $t+1$ )の短期相関信号913を出力する。このようにして短期相関信号913は時間( $t+0$ )から時間( $t+N-4$ )が計算される(Nは既知信号系列の信号長)。

#### 【0125】

計算された短期相関信号913は、順次、差分演算部905へ送られ、差分演

算部 9 0 5 は短期相関信号 9 1 3 の 1 シンボル間の差分ベクトルを演算し相関差分信号 9 1 4 を出力する。このようにして相関差分信号 9 1 4 は既知信号 9 1 2 の 1 系列分が求められ、加算部 9 0 6 により加算され時間 ( $t + 0$ ) の加算差分信号 9 1 5 が出力される。

#### 【 0 1 2 6 】

同様にして、 $t$  を  $t + 1$  に置き換えた時間 ( $t + 1$ ) の加算差分信号 9 1 5 を計算する。このように時間 ( $t + 0$ ) から時間 ( $t + M - 1$ ) までの加算差分信号 9 1 5 をメモリ 9 0 7 に記憶する。このとき、メモリ 9 0 7 へは格納場所と加算差分信号 9 1 5 に対応する時間情報を、たとえば、格納場所 = 時間情報となるような規則に従って記憶することで後述の検出部 9 0 8 から時間情報を取り出すことが容易になる。

#### 【 0 1 2 7 】

検出部 9 0 8 はメモリ 9 0 7 から出力される相関信号 9 1 6 のベクトル系列の大きさを順次計算し、そのうちで最大の大きさを持つ相関信号 9 1 6 を検索し、その大きさと記憶場所、及び、そのベクトル情報を求め、これらの検出情報を検出信号 9 1 7 へ出力する。

#### 【 0 1 2 8 】

このとき、一般に、大きさは受信信号 9 0 1 と検索すべき既知信号 9 1 2 との相関値を表しており、これが大きいほど確からしい情報であるといえる。次に、記憶場所は、前述の通り、時間情報に強い関連があるため、時間情報への変換は容易である。このときの時間情報は、検索すべき既知信号 9 1 2 が、その受信信号 9 0 1 の検出された時間にあることを示している。このため、たとえば、同期信号がバーストの特定の場所に挿入されているようなシステムにおいて、この同期信号を既知信号 9 1 2 とし、受信バースト信号を復調信号 9 1 0 とする事で、復調信号 9 1 0 内の同期信号を検出することが可能となり、ひいてはシステムとの同期を図ることができる。

#### 【 0 1 2 9 】

また、検出部 9 0 8 が、相関信号 9 1 6 の最大から  $m$  個のピーク位置とベクトルを検出することで、伝搬経路の違いによって発生するマルチパスといった状態

を推定することも可能である。

【0130】

さらに、この相関信号916は受信信号911と既知信号912の畳込演算を行い、情報成分を除去し、その差分ベクトルを用いているため、そのベクトルの角度に周波数の成分が含まれている。周波数推定部909は検出部908から出力される検出信号917からその周波数成分を検出、推定周波数918を出力する。この推定周波数918は、一般に送信機と受信機との周波数ずれとして用いることが可能であり、たとえば推定周波数918を周波数制御の制御信号として用いることもできる。

【0131】

以上、図9を用いて第9の発明の実施の形態について説明した。本説明では演算長制御部919で与えられる演算系列長920(s)が4の場合について説明を行ったが、演算系列長sは演算長制御部919が制御する値であり、可変であることは前述の通りである。

【0132】

また、演算系列長sの制御については周波数推定部909で与えられる推定周波数918を用いることを例として挙げたが、受信電力、受信品質( $E_b/N_0$ などのクオリティファクタ)を加味した値でも可能であることはいうまでもない。演算系列長sの値は大きいほど、ノイズの平均化の効果が大きい。

【0133】

このため、周波数推定部909の推定周波数918が良好(目標値から誤差が少ない、或いは推定周波数918が周波数ずれを表している場合は絶対値が小さい)であれば演算系列長sの値を小さくすることで、演算も簡略化できることになる。第1回目に実行される場合のように周波数推定部909が推定周波数918を出力しない場合は、周波数誤差範囲、シンボルレート、感度点CNRなどから得られるシステムに最適な初期値を与えることが望ましい。

【0134】

差分演算部905については、1シンボル間の差分ベクトルを求める場合について説明をしたが、これを2シンボル間の差分ベクトルとすることで、周波数に

対する差分ベクトル 9 1 4 の変化量が倍になるため、CNR が十分で、かつ周波数精度を向上させたい場合には、演算のシンボル間隔を大きくするとよい。

#### 【 0 1 3 5 】

また、相関信号 9 1 6 のピーク位置から、その既知信号 9 1 2 の存在する時間を推定する方法について述べた。しかし、相関信号 9 1 6 は他に様々な特性を有しており、たとえば、複数のピークを検出することで、マルチパス環境の推定にも用いることが可能であることは前述の通りである。

#### 【 0 1 3 6 】

さらに、説明では 1 シンボル当たり 1 サンプルを例として取り上げたが、加算差分信号 9 1 5 の時間ステップを  $1/4$  とする ( $t + 0$ ,  $t + 1/4$ ,  $t + 2/4$ ,  $t + 3/4$ ,  $t + 1$ ,  $t + 5/4$ , ...) ことで、1 シンボル当たり 4 サンプルについても実現可能である。当然、このステップをその他に変更する事でどのようなサンプルに対しても対応可能であることは明白である。

#### 【 0 1 3 7 】

##### (実施の形態 1 0)

図 1 0 を用いて第 1 0 の発明の実施の形態について説明する。図 1 0 において、1 0 0 1 は復調部、1 0 0 2 はシフトレジスタ、1 0 0 3 は既知信号系列記憶部、1 0 0 4 は切り替え部、1 0 0 5 はコンボルバ、1 0 0 6 は差分演算部、1 0 0 7 は加算部、1 0 0 8 はメモリ、1 0 0 9 は検出部、1 0 1 0 は周波数推定部、1 0 1 1 は演算長制御部、

1 0 2 0 は復調信号、1 0 2 1 は受信信号、1 0 2 2 は既知信号、1 0 2 3 は選択既知信号、1 0 2 4 は短期相関信号、1 0 2 5 は相関差分信号、1 0 2 6 は加算差分信号、1 0 2 7 は相関信号、1 0 2 8 は検出信号、1 0 2 9 は推定周波数、1 0 3 0 は演算系列長である。

#### 【 0 1 3 8 】

以上のように構成されたディジタル受信機について、図 1 0 を用いてその動作について説明する。まず、送信機から送られてきた信号は受信部 1 0 0 1 により復調され、復調信号 1 0 2 0 が出力される。演算長制御部 1 0 1 1 は、推定周波数 1 0 2 9 の値に応じて、たとえば推定周波数 1 0 2 9 が目標周波数に近ければ

演算系列長 1 0 3 0 ( $s$ ) を大きな値に、目標周波数から誤差が大きければ  $s$  を小さな値に制御する。

## 【0 1 3 9】

シフトレジスタ 1 0 0 2 は復調信号 1 0 2 0 を記憶し、推定範囲の先頭（時間  $t + 0$ ）から、演算長制御部 1 0 1 1 で与えられる演算系列長 1 0 3 0 ( $s$  とする）  $s$  シンボル分を受信信号 1 0 2 1 へ出力する（ここでは演算系列長  $s = 4$  とする）。切り替え部 1 0 0 4 は  $n$  種類ある既知信号記憶部 1 0 0 3 のうち 1 つを選択し、選択された既知信号の先頭から  $s$  シンボル分（同上  $s = 4$ ）を選択既知信号 1 0 2 3 へ出力する。コンボルバ 1 0 0 5 は、受信信号 1 0 2 1 と選択既知信号 1 0 2 3 との相関をとり、短期相関信号 1 0 2 4 を出力する。これを時間（ $t + 0$ ）での短期相関信号とする。

## 【0 1 4 0】

次に、シフトレジスタ 1 0 0 2 は 1 シンボルずらせた時間（ $t + 1$ ）シンボルからの 4 シンボル分を受信信号 1 0 2 1 へ出力する。既知信号記憶部 1 0 0 3 は 2 シンボル目から 4 シンボル分を選択既知信号 1 0 2 3 へ出力する。コンボルバ 1 0 0 5 は前述と同様に時間（ $t + 1$ ）の短期相関信号 1 0 2 4 を出力する。

## 【0 1 4 1】

このようにして短期相関信号 1 0 2 4 は時間（ $t + 0$ ）から時間（ $t + N - 4$ ）が計算される（ $N$  は既知信号系列の信号長）。計算された短期相関信号 1 0 2 4 は、順次、差分演算部 1 0 0 6 へ送られ、差分演算部 1 0 0 6 は短期相関信号 1 0 2 4 の 1 シンボル間の差分ベクトルを演算し相関差分信号 1 0 2 5 を出力する。このようにして相関差分信号 1 0 2 5 は選択既知信号 1 0 2 3 の 1 系列分が求められ、加算部 1 0 0 7 により加算され時間（ $t + 0$ ）の加算差分信号 1 0 2 6 が出力される。

## 【0 1 4 2】

同様にして、 $t$  を  $t + 1$  に置き換えた時間（ $t + 1$ ）の加算差分信号 1 0 2 6 を計算する。このように時間（ $t + 0$ ）から時間（ $t + M - 1$ ）までの加算差分信号 1 0 2 6 をメモリ 1 0 0 8 に記憶する。

## 【0 1 4 3】

第 1 の既知信号系列 1 0 2 2 の演算が終了したら、切り替え部 1 0 0 4 は第 2 の既知信号系列 1 0 2 2 を選択し、用意してある全ての（或いは一部の）既知信号系列 1 0 2 2 を演算し終えるまで、上述の操作を行う。

## 【 0 1 4 4 】

このとき、メモリ 1 0 0 8 へは格納場所と既知信号系列の種類と加算差分信号 1 0 2 6 に対応する時間情報を、たとえば、格納場所＝（既知信号系列情報、時間情報）となるような規則に従って記憶することで後述の検出部 1 0 0 9 から既知信号系列及び時間情報を取り出すことが容易になる。

## 【 0 1 4 5 】

検出部 1 0 0 9 はメモリ 1 0 0 8 から出力される相関信号 1 0 2 7 のベクトル系列の大きさを順次計算し、そのうちで最大の大きさを持つ相関信号 1 0 2 7 を検索し、その大きさと記憶場所、対応する既知信号系列、及び、そのベクトル情報を求め、これらの検出情報を検出信号 1 0 2 8 に出力する。

## 【 0 1 4 6 】

このとき、一般に、大きさは受信信号 1 0 0 1 と検索すべき既知信号 1 0 2 2 との相関値を表しており、これが大きいほど確からしい情報であるといえる。

## 【 0 1 4 7 】

次に、記憶場所は、前述の通り、時間情報に強い関連があるため、時間情報への変換は容易である。このときの時間情報は、検索すべき既知信号 1 0 2 2 が、その受信信号 1 0 0 1 の検出された時間にあることを示している。このため、たとえば、複数種類の同期信号がバーストの特定の場所に挿入されているようなシステムにおいて、この同期信号を既知信号 1 0 2 2 とし、受信バースト信号を復調信号 1 0 2 0 とする事で、復調信号 1 0 2 0 内の同期信号の種類と場所を検出することが可能となり、ひいてはシステムとの同期を図ることができる。

## 【 0 1 4 8 】

また、検出部 1 0 0 9 が、相関信号 1 0 2 7 の最大から m 個のピーク位置とベクトルを検出することで、伝搬経路の違いによって発生するマルチパスといった状態を推定することも可能である。

## 【 0 1 4 9 】



さらに、この相関信号 1 0 2 7 は受信信号 1 0 2 1 と既知信号 1 0 2 2 の畳込演算を行い、情報成分を除去し、その差分ベクトルを用いているため、そのベクトルの角度に周波数の成分が含まれている。周波数推定部 1 0 1 0 は検出部 1 0 0 9 から出力される検出信号 1 0 2 8 からその周波数成分を検出、推定周波数 1 0 2 9 を出力する。この推定周波数 1 0 2 9 は、一般に送信機と受信機との周波数ずれとして用いることが可能であり、たとえば推定周波数 1 0 2 9 を周波数制御の制御信号として用いることもできる。

## 【 0 1 5 0 】

以上、図 1 0 を用いて第 1 0 の発明の実施の形態について説明した。本説明では演算長制御部 1 0 1 1 で与えられる演算系列長 1 0 3 0 (s) が 4 の場合について説明を行ったが、演算系列長 s は演算長制御部 1 0 1 1 が制御する値であり、可変であることは前述の通りである。

## 【 0 1 5 1 】

また、演算系列長 s の制御については周波数推定部 1 0 1 0 で与えられる推定周波数 1 0 2 9 を用いることを例として挙げたが、受信電力、受信品質 (E b / N o などのクオリティファクタ) を加味した値でも可能であることはいうまでもない。演算系列長 s の値は大きいほど、ノイズの平均化の効果が大きい。このため、周波数推定部 1 0 1 0 の推定周波数 1 0 2 9 が良好 (目標値から誤差が少ない、或いは推定周波数 1 0 2 9 が周波数ずれを表している場合は絶対値が小さい) であれば演算系列長 s の値を小さくすることで、演算も簡略化できることになる。第 1 回目に実行される場合のように周波数推定部 1 0 1 0 が推定周波数 1 0 2 9 を出力しない場合は、周波数誤差範囲、シンボルレート、感度点 C N R などから得られるシステムに最適な初期値を与えることが望ましい。

## 【 0 1 5 2 】

差分演算部 1 0 0 6 については、1 シンボル間の差分ベクトルを求める場合について説明をしたが、これを 2 シンボル間の差分ベクトルとすることで、周波数に対する差分ベクトル 1 0 2 5 の変化量が倍になるため、C N R が十分で、かつ周波数精度を向上させたい場合には、演算のシンボル間隔を大きくするとよい。

## 【 0 1 5 3 】

また、相関信号 1 0 2 7 のピーク位置から、対応する既知信号 1 0 2 2 とその既知信号 1 0 2 2 の存在する時間を推定する方法について述べた。しかし、相関信号 1 0 2 7 は他に様々な特性を有しており、たとえば、複数のピークを検出することで、マルチパス環境の推定にも用いることが可能であることは前述の通りである。

#### 【0 1 5 4】

さらに、説明では 1 シンボル当たり 1 サンプルを例として取り上げたが、加算差分信号 1 0 1 5 の時間ステップを  $1/4$  とする ( $t+0$ ,  $t+1/4$ ,  $t+2/4$ ,  $t+3/4$ ,  $t+1$ ,  $t+5/4$ , ...) ことで、1 シンボル当たり 4 サンプルについても実現可能である。当然、このステップをその他に変更する事でどのようなサンプルに対しても対応可能であることは明白である。

#### 【0 1 5 5】

##### 【発明の効果】

以上のように本発明によれば、特に劣悪な受信 CNR 環境下での、同期処理において大きな効果を得ることができる。また、処理は基本として差分ベクトルによって演算しており、このため受信環境の周波数ずれに影響を受けにくいため、特に電源投入後に初めてシステムに同期するときのような場合にとても効果的である。

#### 【0 1 5 6】

さらに、相関値の CNR は相対的に高いため、これらを用いてマルチパス環境の推定を行うことで、高い推定結果を得ることが期待できる。

##### 【図面の簡単な説明】

##### 【図 1】

本発明によるデジタル受信機の第 1 の発明の実施の形態におけるブロック図

##### 【図 2】

本発明によるデジタル受信機の第 2 の発明の実施の形態におけるブロック図

##### 【図 3】

本発明によるデジタル受信機の第 3 の発明の実施の形態におけるブロック図

##### 【図 4】

本発明によるデジタル受信機の第 4 の発明の実施の形態におけるブロック図  
【図 5】

本発明によるデジタル受信機の第 5 の発明の実施の形態におけるブロック図  
【図 6】

本発明によるデジタル受信機の第 6 発明の実施の形態におけるブロック図  
【図 7】

本発明によるデジタル受信機の第 7 の発明の実施の形態におけるブロック図  
【図 8】

本発明によるデジタル受信機の第 8 の発明の実施の形態におけるブロック図  
【図 9】

本発明によるデジタル受信機の第 9 の発明の実施の形態におけるブロック図  
【図 1 0】

本発明によるデジタル受信機の第 1 0 の発明の実施の形態におけるブロック  
図

【符号の説明】

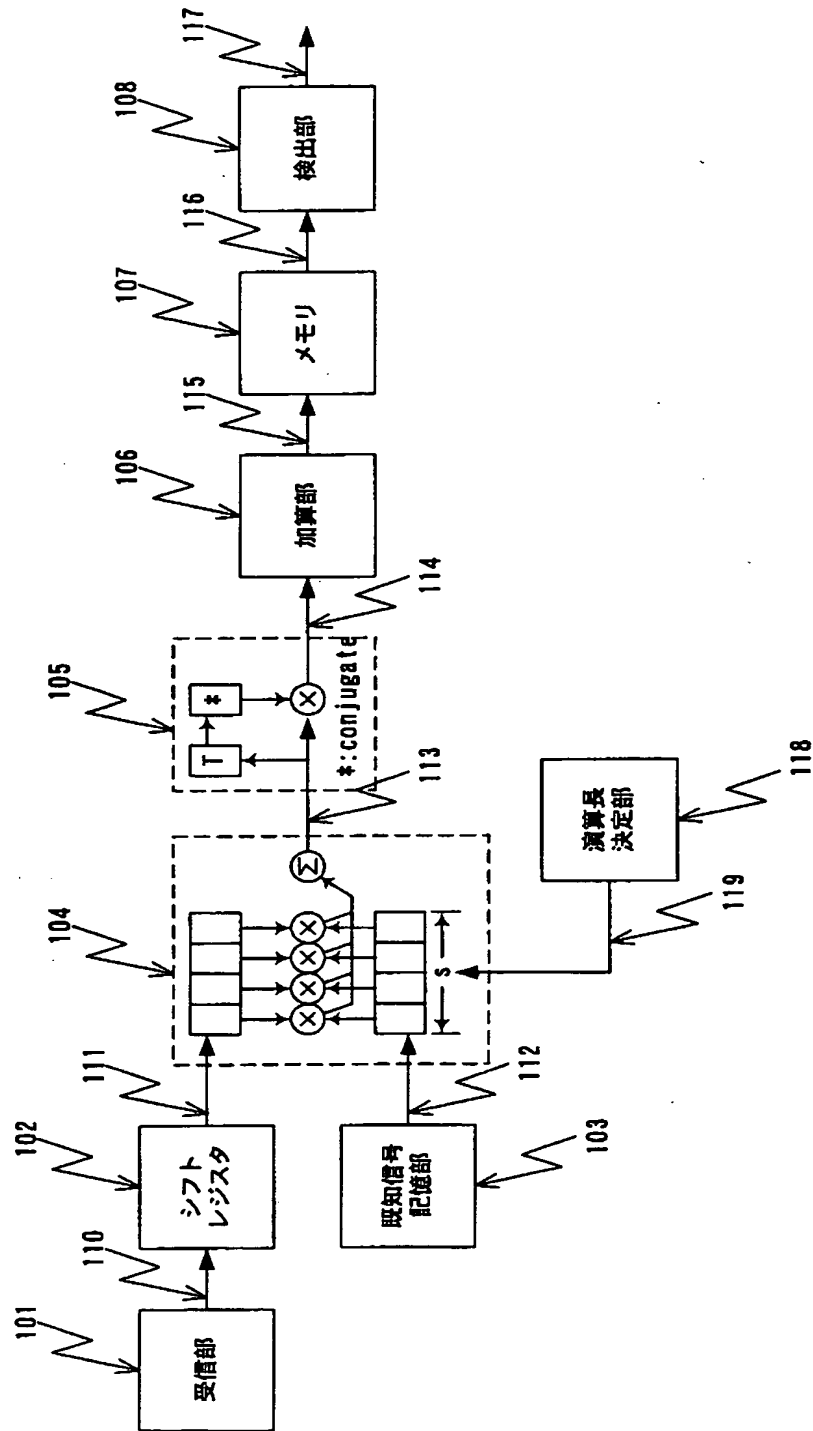
1 0 1、2 0 1、3 0 1、4 0 1、5 0 1、6 0 1、7 0 1、8 0 1、9 0 1  
、1 0 0 1 受信部  
1 0 2、2 0 2、3 0 2、4 0 2、5 0 2、6 0 2、7 0 2、8 0 2、9 0 2  
、1 0 0 2 シフトレジスタ  
1 0 3、2 0 3、3 0 3、4 0 3、5 0 3、6 0 3、7 0 3、8 0 3、9 0 3  
、1 0 0 3 既知信号記憶部  
1 0 4、2 0 5、3 0 4、4 0 5、5 0 4、6 0 5、7 0 4、8 0 5、9 0 4  
、1 0 0 5 コンボルバ  
1 0 5、2 0 6、3 0 5、4 0 6、5 0 5、6 0 6、7 0 5、8 0 6、9 0 5  
、1 0 0 6 差分演算部  
1 0 6、2 0 7、3 0 6、4 0 7、5 0 6、6 0 7、7 0 6、8 0 7、9 0 6  
、1 0 0 7 加算部  
1 0 7、2 0 8、3 0 7、4 0 8、5 0 8、6 0 9、7 0 7、8 0 8、9 0 7  
、1 0 0 8 メモリ

1 0 8、2 0 9、3 0 8、4 0 9、5 0 9、6 1 0、7 0 8、8 0 9、9 0 8  
、 1 0 0 9 検出部  
1 1 8、2 1 9、3 1 9、4 1 1、5 1 9、6 1 1、7 1 9 演算長決定部  
1 1 9、2 2 0、3 2 0、4 3 0、5 2 0、6 3 0、7 2 1、8 2 2、9 2 0  
、 1 0 3 0 演算系列長  
2 0 4、3 2 0、4 0 4、6 0 4、8 0 4、1 0 0 4 選択部  
3 0 9、4 1 0、9 0 9、1 0 1 0 周波数推定部  
5 0 7、6 0 8 パワー演算部  
7 1 8、8 1 9 受信状況推定部  
8 2 0、9 1 9、1 0 1 1 演算長制御部

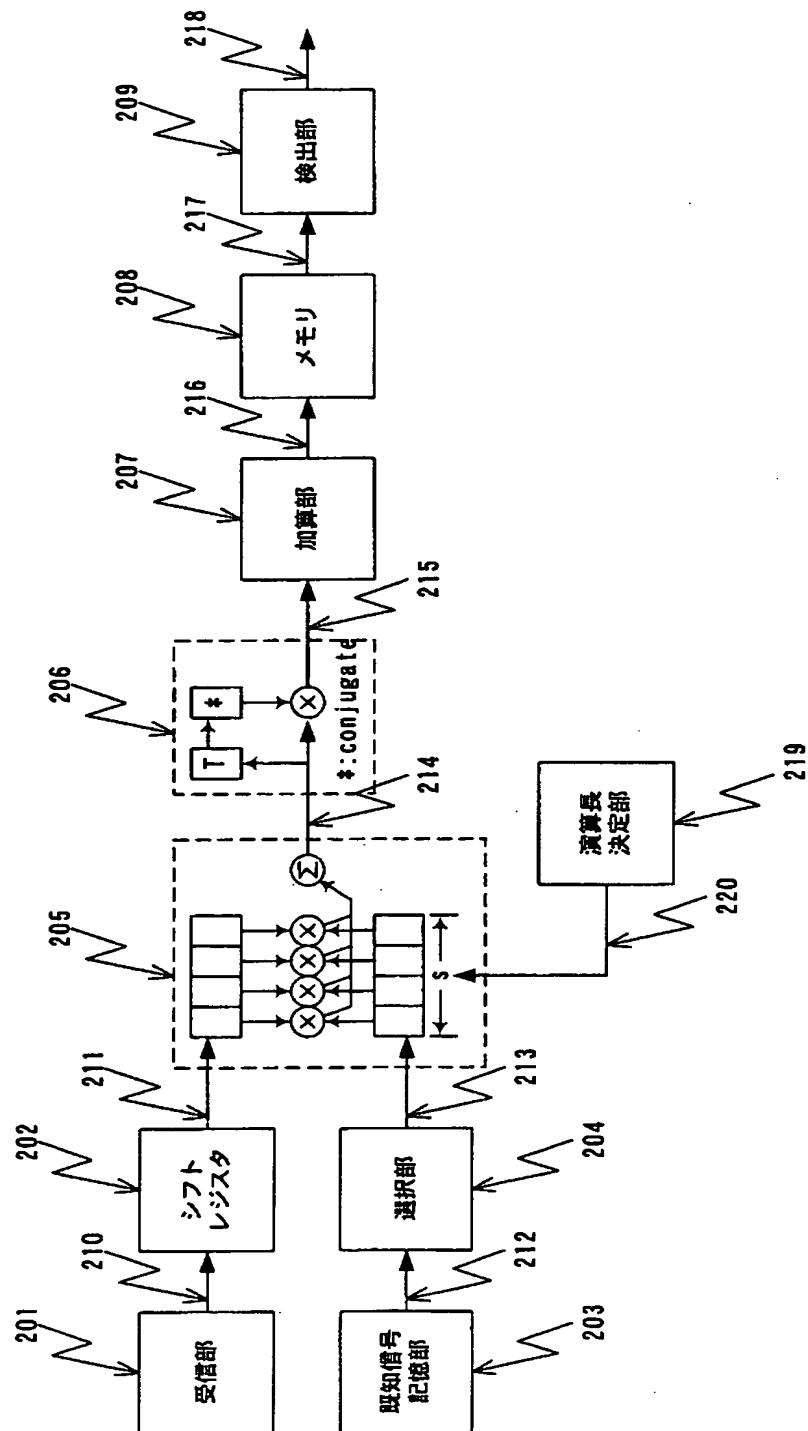
【書類名】

図面

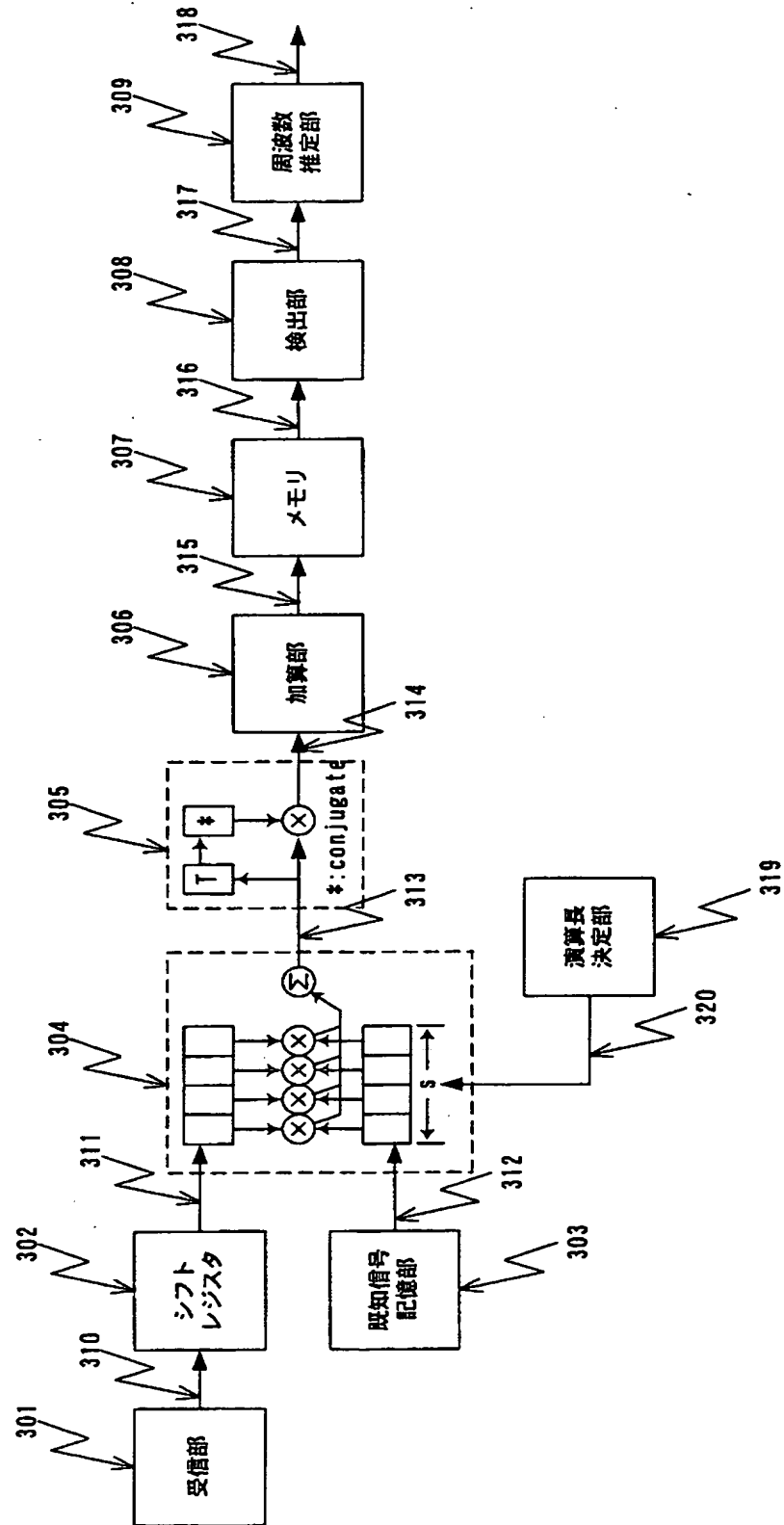
【図 1】



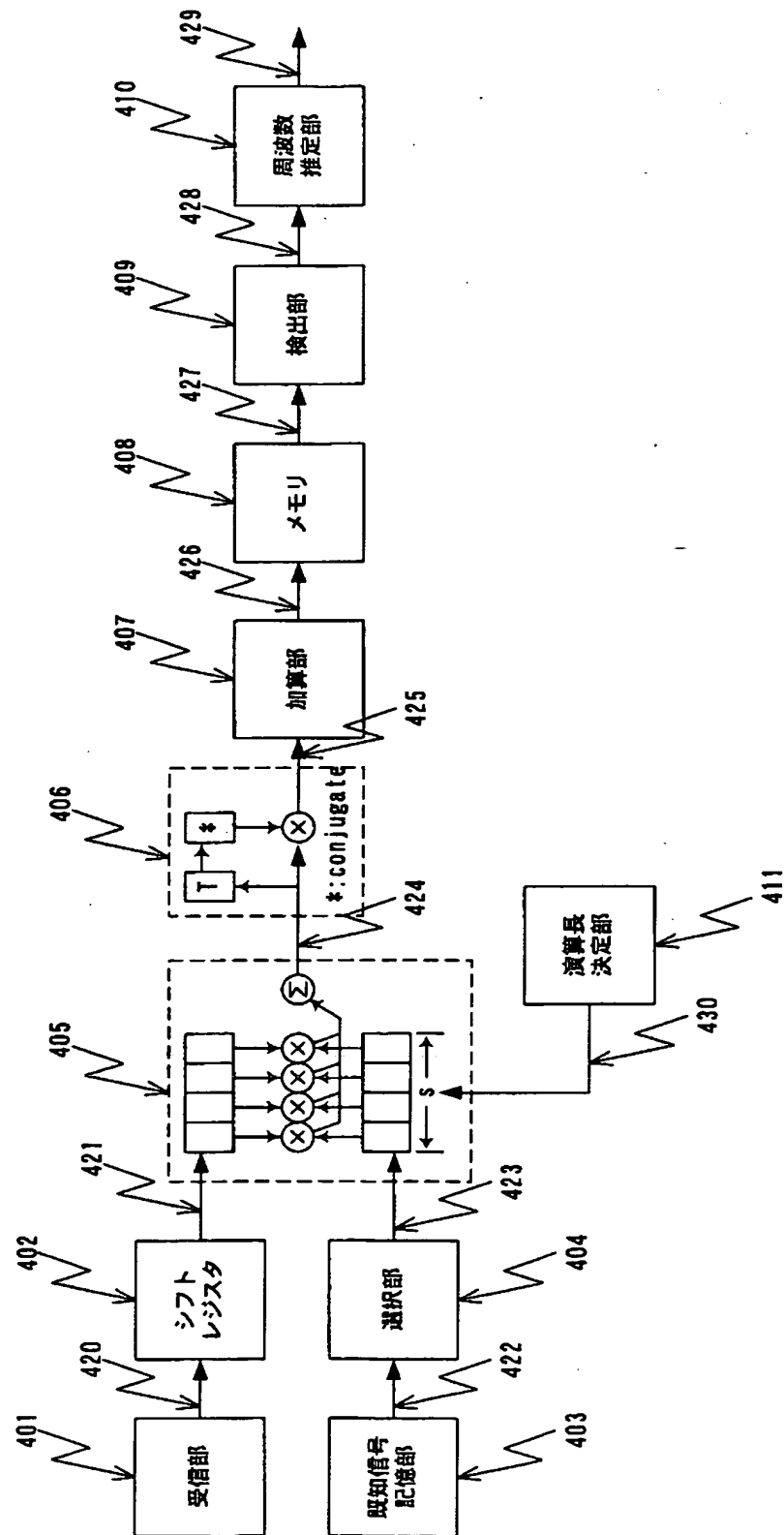
【図 2】



【図 3】

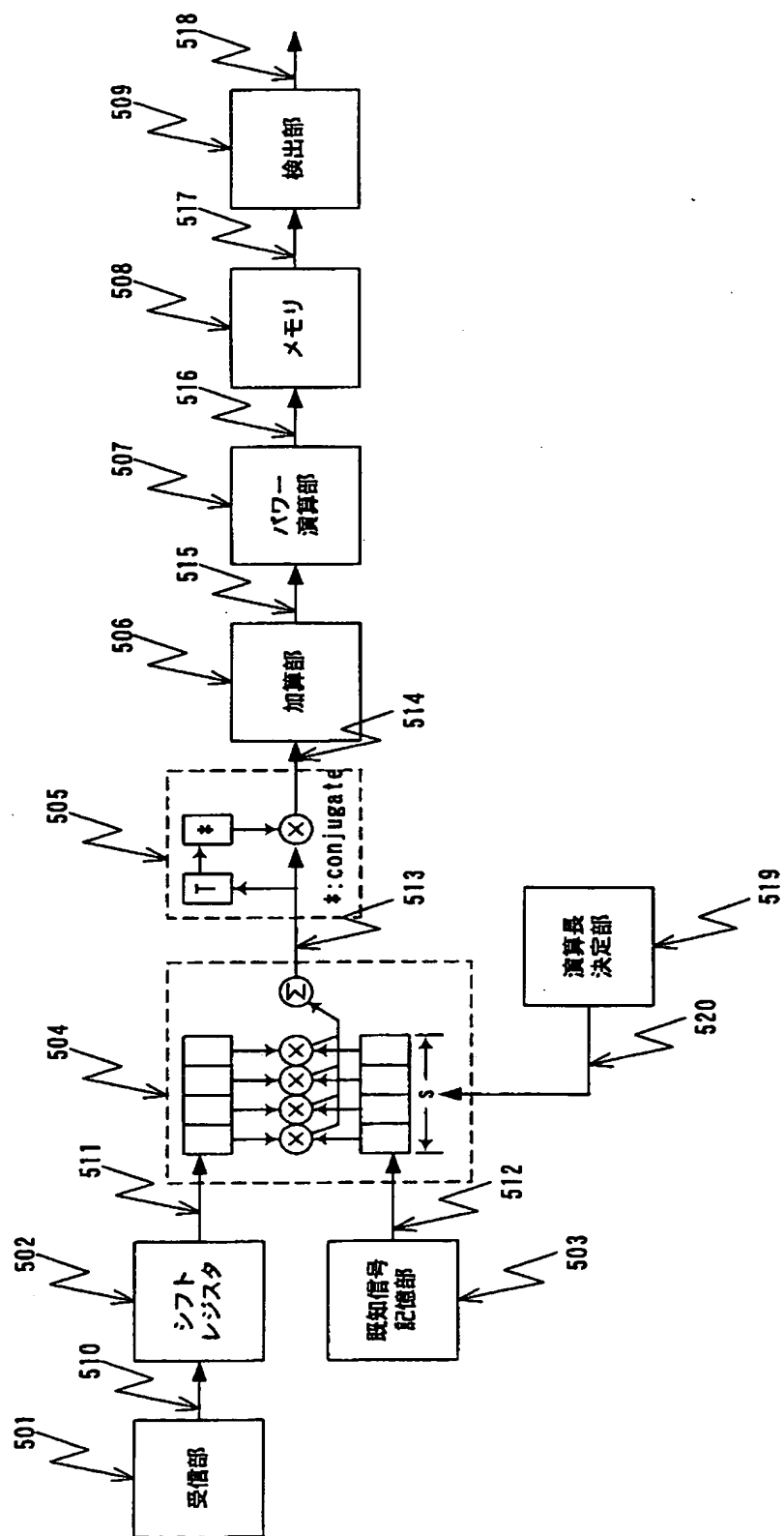


【図 4】

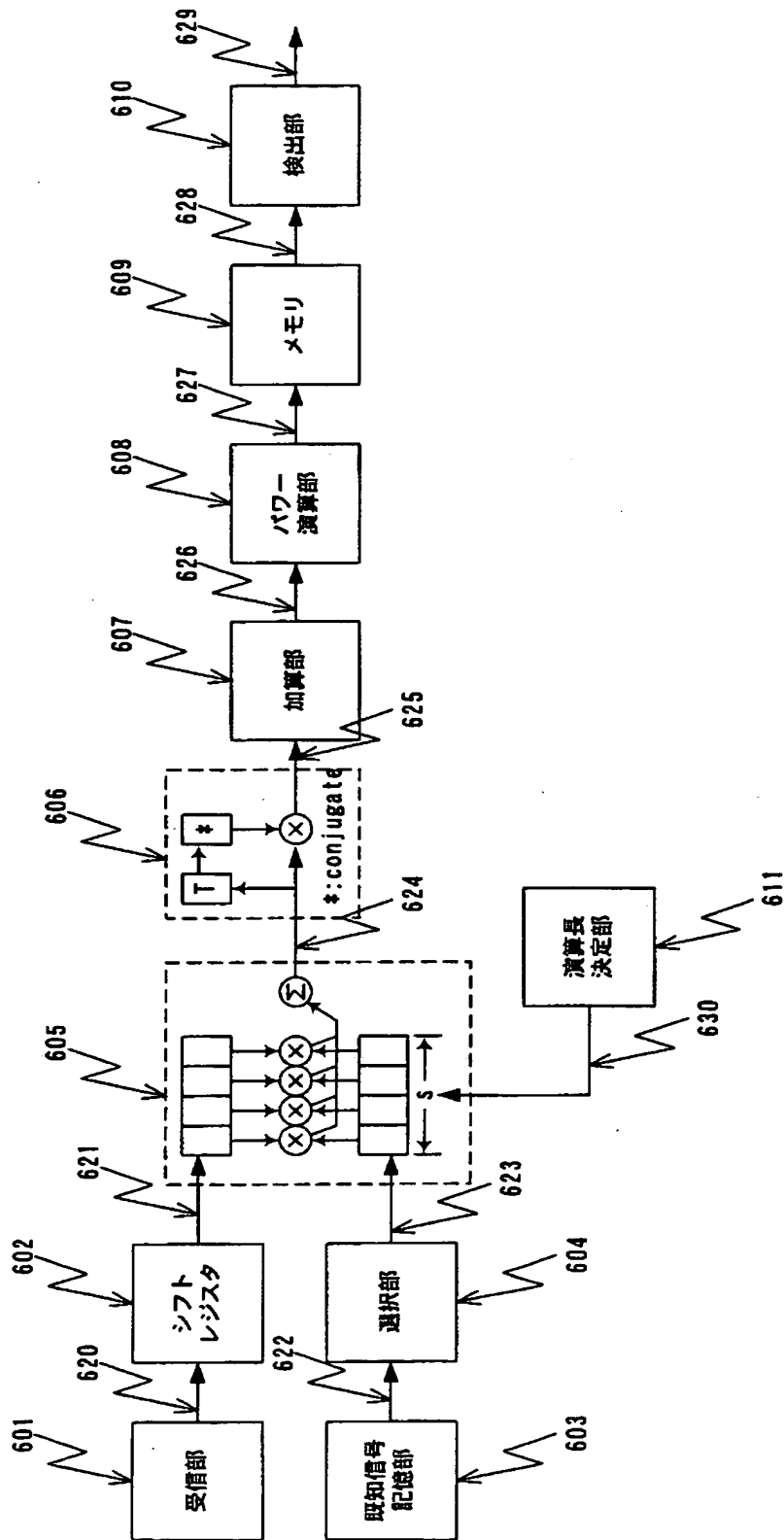




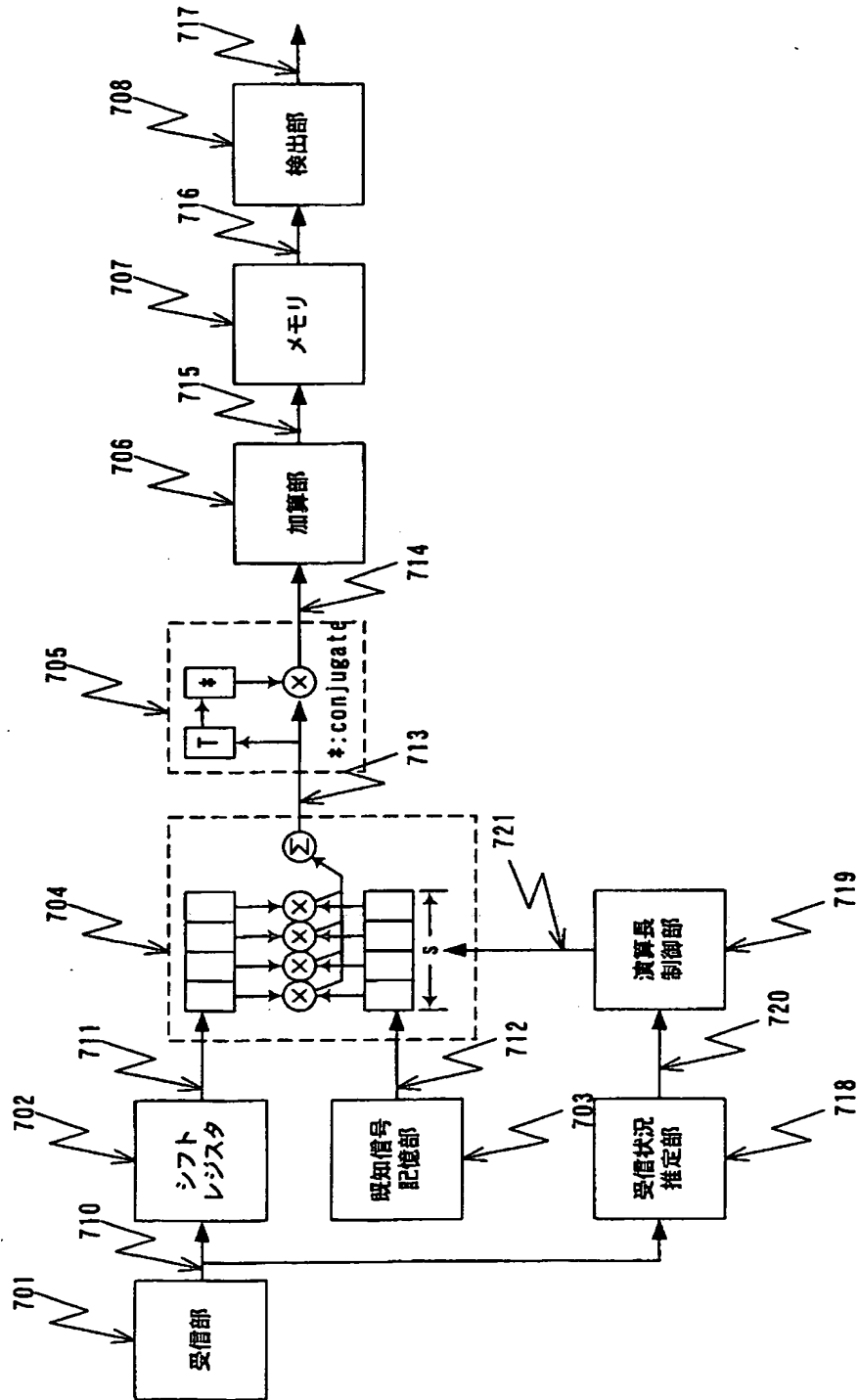
【図5】



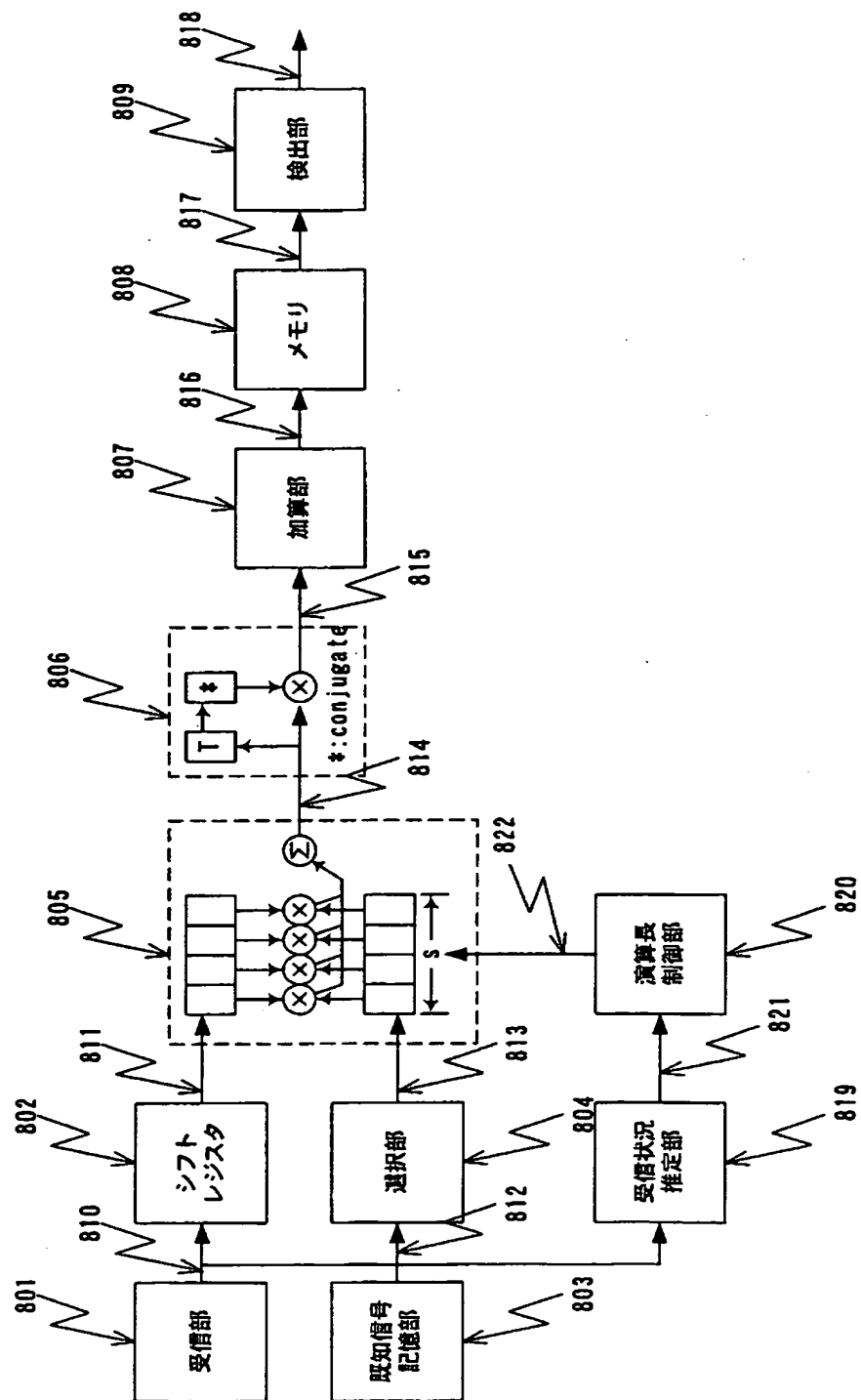
【図 6】



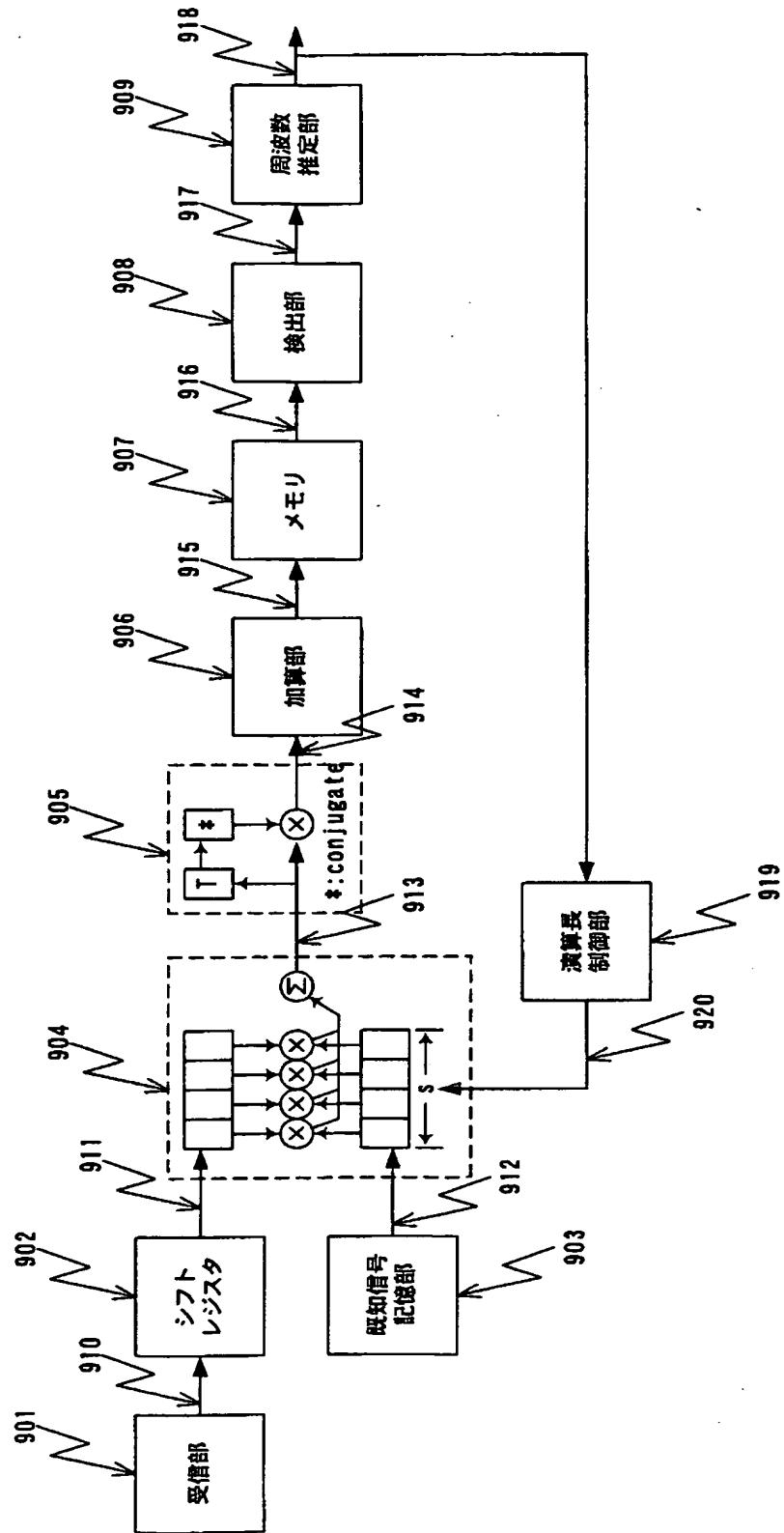
【図 7】



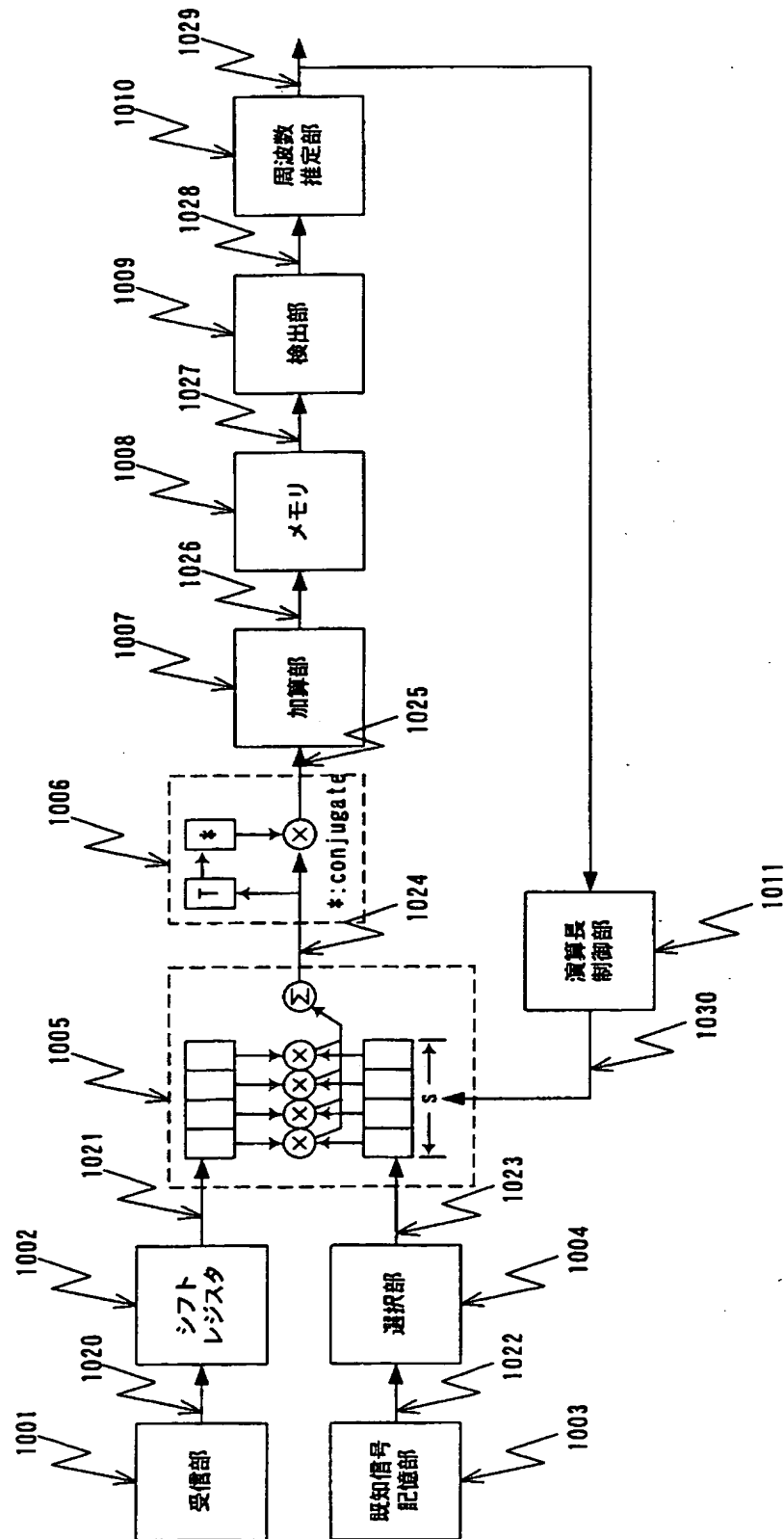
【图 8】



【図 9】



【図10】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 デジタル通信において、周波数・時間が不定な場合における C N R 特性の劣化を防止し、受信環境の悪い状態でも安定した同期性能を提供する。

【解決手段】 既知信号記憶部 1 0 3 から順次出力される既知信号系列のうち演算長決定部 1 1 8 で与えられるシンボル数  $s$  とシフトレジスタ 1 0 2 に記憶させた受信信号系列のうちシンボル間隔で間引きした  $s$  シンボルの信号系列との畳込積分をコンボルバ 1 0 4 で演算し、畳込積分した信号系列の 1 シンボル分の差分ベクトルを差分演算部 1 0 5 で演算する。演算された差分ベクトルを加算部 1 0 6 で順次加算し、受信信号系列を 1 サンプル分ずつずらせて同様に加算差分ベクトルを求め、ずらせた時間と加算差分ベクトルとを関連づけてメモリ 1 0 7 に記憶し、メモリ 1 0 7 に記憶されたベクトルの中から特定条件を満足する箇所を検出部 1 0 8 で検出する。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005821]

1. 変更年月日	1990年 8月28日
[変更理由]	新規登録
住 所	大阪府門真市大字門真1006番地
氏 名	松下電器産業株式会社